

日 本 国 特 許 庁
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office

出 願 年 月 日

Date of Application:

2002年 7月23日

出 願 番 号

Application Number:

特願2002-214438

[ST.10/C]:

[JP2002-214438]

出 願 人

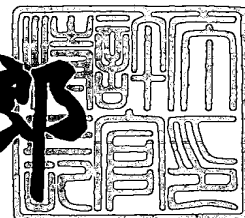
Applicant(s):

松下電器産業株式会社

2003年 6月19日

特 許 庁 長 官
Commissioner,
Japan Patent Office

太田信一郎



出証番号 出証特2003-3048135

【書類名】 特許願

【整理番号】 R6830

【提出日】 平成14年 7月23日

【あて先】 特許庁長官 殿

【国際特許分類】 H01L 27/14

【発明者】

【住所又は居所】 大阪府門真市大字門真 1 0 0 6 番地 松下電器産業株式会社内

【氏名】 山田 徹

【特許出願人】

【識別番号】 000005821

【氏名又は名称】 松下電器産業株式会社

【代理人】

【識別番号】 110000040

【氏名又は名称】 特許業務法人池内・佐藤アンドパートナーズ

【代表者】 池内 寛幸

【電話番号】 06-6135-6051

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 139757

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【包括委任状番号】 0108331

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 固体撮像装置およびその製造方法

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 複数の垂直電荷転送部と、前記垂直電荷転送部の少なくとも一端に接続され、前記垂直電荷転送部から転送された電荷を受け取って、これを転送する水平電荷転送部とを備え、

前記垂直電荷転送部は、第 1 導電型垂直転送チャネル領域と、前記第 1 導電型垂直転送チャネル領域に隣接するように形成された第 2 導電型素子分離領域と、前記第 1 導電型垂直転送チャネル領域上に形成された複数の垂直転送電極および最終垂直転送電極と、前記第 1 導電型垂直転送チャネル領域の下に形成された第 2 導電型垂直ウェル領域とを備え、

前記水平電荷転送部は、第 1 導電型水平転送チャネル領域と、前記第 1 導電型水平転送チャネル領域上に形成された複数の水平転送電極と、前記第 1 導電型水平転送チャネル領域の下に形成された第 2 導電型水平ウェル領域とを備え、

前記垂直電荷転送部と前記水平電荷転送部との接続部には、前記垂直電荷転送部から前記第 1 導電型垂直転送チャネル領域、前記第 2 導電型素子分離領域および前記第 2 導電型垂直ウェル領域が伸長し、この第 1 導電型垂直転送チャネル領域の前記接続部に伸長した部分の上に前記水平転送電極の一部が重なっており、

前記第 1 導電型垂直転送チャネル領域および前記第 2 導電型垂直ウェル領域の前記接続部に伸長した部分の前記水平電荷転送部側の端部が、前記最終垂直転送電極の前記水平電荷転送部側の端部よりも前記水平電荷転送部側に位置し、且つ、前記第 2 導電型素子分離領域の前記水平電荷転送部側の端部から 1.5 μ m 以内に位置することを特徴とする固体撮像装置。

【請求項 2】 前記第 1 導電型水平転送チャネル領域は、前記第 1 導電型垂直転送チャネル領域よりも不純物濃度が低くなるように形成されている請求項 1 に記載の固体撮像装置。

【請求項 3】 前記第 1 導電型水平転送チャネル領域は、前記第 1 導電型垂直転送チャネル領域よりも拡散深さが深くなるように形成されている請求項 1 または 2 に記載の固体撮像装置。

【請求項 4】 前記第 2 導電型水平ウェル領域は、前記第 2 導電型垂直ウェル領域よりも不純物濃度が低くなるように形成されている請求項 1 ～ 3 のいずれかに記載の固体撮像装置。

【請求項 5】 前記第 2 導電型水平ウェル領域は、前記第 2 導電型垂直ウェル領域よりも不純物拡散深さが深くなるように形成されている請求項 1 ～ 4 のいずれかに記載の固体撮像装置。

【請求項 6】 前記接続部で前記第 1 導電型垂直転送チャネル領域と重なるように配置された前記水平転送電極について、この水平転送電極下に位置する前記第 1 導電型垂直転送チャネル領域のチャネル電位よりも、この水平転送電極下に位置する前記第 1 導電型水平転送チャネル領域のチャネル電位の方が深くなるように、前記第 1 導電型垂直転送チャネル領域および前記第 1 導電型水平転送チャネル領域の不純物濃度が設定されている請求項 1 ～ 5 のいずれかに記載の固体撮像装置。

【請求項 7】 請求項 1 に記載の固体撮像装置の製造方法であって、
半導体基板上にイオン注入阻止膜を形成する工程と、
前記イオン注入阻止膜上に第 1 のフォトリジスト膜を形成する工程と、
前記第 1 のフォトリジスト膜および前記イオン注入阻止膜を、第 2 導電型素子分離領域となる領域上に残存させ、第 1 導電型垂直転送チャネル領域および第 1 導電型水平転送チャネル領域となる領域上から除去されるようにパターンニングする工程と、

前記第 1 のフォトリジスト膜および前記イオン注入阻止膜をマスクとして、前記半導体基板の表面層に第 1 導電型不純物をイオン注入して第 1 導電型垂直転送チャネル領域および第 1 導電型水平転送チャネル領域を形成し、前記第 1 導電型垂直転送チャネル領域および第 1 導電型水平転送チャネル領域の下に第 2 導電型不純物をイオン注入して第 1 導電型垂直ウェル領域および第 1 導電型水平ウェル領域を形成する工程と、

前記第 1 のフォトリジスト膜を除去した後、前記半導体基板上に第 2 のフォトリジスト膜を形成する工程と、

前記第 2 のフォトリジスト膜を、前記第 1 導電型水平転送チャネル領域上に残

存させ、前記第 1 導電型垂直転送チャネル領域上から除去させるようにパターニングする工程と、

前記第 2 のフォトリジスト膜および前記イオン注入阻止膜をマスクとして、前記第 1 導電型垂直転送チャネル領域に更に第 1 導電型不純物をイオン注入する工程とを有することを特徴とする固体撮像装置の製造方法。

【請求項 8】 請求項 1 に記載の固体撮像装置の製造方法であって、

半導体基板上にイオン注入阻止膜を形成する工程と、

前記イオン注入阻止膜上に第 1 のフォトリジスト膜を形成する工程と、

前記第 1 のフォトリジスト膜および前記イオン注入阻止膜を、第 2 導電型素子分離領域となる領域上に残存させ、第 1 導電型垂直転送チャネル領域および第 1 導電型水平転送チャネル領域となる領域上から除去されるようにパターニングする工程と、

前記第 1 のフォトリジスト膜および前記イオン注入阻止膜をマスクとして、前記半導体基板の表面層に第 1 導電型不純物をイオン注入して第 1 導電型垂直転送チャネル領域および第 1 導電型水平転送チャネル領域を形成する工程と、

前記第 1 のフォトリジスト膜を除去した後、前記半導体基板上に第 2 のフォトリジスト膜を形成する工程と、

前記第 2 のフォトリジスト膜を、前記第 1 導電型水平転送チャネル領域上に残存させ、少なくとも前記第 1 導電型垂直転送チャネル領域から除去されるようにパターニングする工程と、

前記第 2 のフォトリジスト膜および前記イオン注入阻止膜をマスクとして、前記垂直転送チャネル領域に更に第 1 導電型不純物をイオン注入し、前記垂直転送チャネル領域の下に第 2 導電型不純物をイオン注入して第 2 導電型垂直ウェル領域を形成する工程と、

前記第 2 のフォトリジスト膜および前記イオン注入阻止膜を除去した後、前記半導体基板上に第 3 のフォトリジスト膜を形成する工程と、

前記第 3 のフォトリジスト膜を、少なくとも前記第 1 導電型垂直転送チャネル領域上に残存させ、前記第 1 導電型水平転送チャネル領域から除去されるようにパターニングする工程と、

前記第 3 のフォトリジスト膜をマスクとして、前記水平転送チャネル領域の下に第 2 導電型不純物をイオン注入して第 2 導電型垂直ウェル領域を形成する工程とを有することを特徴とする固体撮像装置の製造方法。

【請求項 9】 請求項 1 に記載の固体撮像装置の製造方法であって、

半導体基板上に第 1 のフォトリジスト膜を形成する工程と、

前記第 1 のフォトリジスト膜を、第 2 導電型素子分離領域となる領域上に残存させ、第 1 導電型垂直転送チャネル領域および第 1 導電型水平転送チャネル領域となる領域上から除去されるようにパターニングする工程と、

前記第 1 のフォトリジスト膜をマスクとして、前記半導体基板の表面層に第 1 導電型不純物をイオン注入して第 1 導電型垂直転送チャネル領域および第 1 導電型水平転送チャネル領域を形成し、前記第 1 導電型垂直転送チャネル領域および第 1 導電型水平転送チャネル領域の下に第 2 導電型不純物をイオン注入して第 1 導電型垂直ウェル領域および第 1 導電型水平ウェル領域を形成する工程と、

前記第 1 のフォトリジスト膜を除去した後、前記半導体基板上に第 2 のフォトリジスト膜を形成する工程と、

前記第 2 のフォトリジスト膜を、前記第 2 導電型素子分離領域となる領域および前記第 1 導電型水平転送チャネル領域上に残存させ、前記第 1 導電型水平転送チャネル領域上から除去させるようにパターニングする工程と、

前記第 2 のフォトリジスト膜をマスクとして、前記第 1 導電型水平転送チャネル領域に第 2 導電型不純物をイオン注入する工程とを有することを特徴とする固体撮像装置の製造方法。

【請求項 10】 更に、前記第 2 のフォトリジスト膜をマスクとして、前記第 2 導電型水平ウェル領域に第 1 導電型不純物をイオン注入する工程を有する請求項 9 に記載の固体撮像装置の製造方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、複数の垂直電荷転送部と、前記垂直電荷転送部の一端または両端に接続された水平電荷転送部とを備えた固体撮像装置およびその製造方法に関する

ものである。

【 0 0 0 2 】

【従来の技術】

インターライン転送型固体撮像装置は、行列状に配置された複数の光電変換部と、光電変換部の各列に対応して配置された複数列の垂直電荷転送部と、各垂直電荷転送部の一端に電氣的に接続された水平電荷転送部と、水平電荷転送部の一端に接続された出力回路部とを備えている。このような固体撮像装置においては、光電変換部で発生した信号電荷は、垂直電荷転送部により垂直方向に転送された後、水平電荷転送部に送られ、この水平電荷転送部で水平方向（垂直電荷転送部の転送方向と直交する方向）に転送されて出力回路部に送られる。

【 0 0 0 3 】

このような固体撮像装置の従来の垂直電荷転送部と水平電荷転送部の接続部の構造は、例えば特開平 5 - 2 9 5 9 9 号公報や特開平 1 0 - 1 3 5 4 3 9 号公報に記載されている。図 1 9 は、従来のインターライン転送型固体撮像装置における垂直電荷転送部と水平電荷転送部との接続部付近の構造を示す模式図であり、図 1 9 (a) は平面図、図 1 9 (b) は図 1 9 (a) の A - A ' 断面図である。

【 0 0 0 4 】

垂直電荷転送部 5 0 1 においては、 N^{++} 型半導体基板 5 0 2 の表層部に垂直 P 型ウェル 5 0 3 が形成されており、垂直 P 型ウェル 5 0 3 の表層部に N 型の垂直転送チャネル 5 0 4 が形成され、 N^{++} 型半導体基板 5 0 2 の表面上にゲート絶縁膜 5 0 6 を介して複数の垂直転送電極 5 0 7, 5 0 9 a, 5 0 9 b および最終垂直転送電極 5 0 8 が形成されている。各垂直転送電極は、クロックパルス $\Phi V 1$ 、 $\Phi V 2$ 、 $\Phi V 3$ または $\Phi V 4$ が印加されるように配線されている。また、垂直電荷転送部 5 0 1 においては、垂直転送チャネル 5 0 4 同士間を電氣的に分離するための P^{+} 型素子分離領域 5 0 5 が形成されている。

【 0 0 0 5 】

水平電荷転送部 5 1 0 においては、 N^{++} 型半導体基板 5 0 2 の表層部に水平 P 型ウェル 5 1 1 が形成されており、水平 P 型ウェル 5 1 1 の表層部に N 型の水平転送チャネル 5 1 2 が形成され、この N^{++} 型半導体基板 5 0 2 の表面上にゲート

絶縁膜 5 0 6 を介して複数の第 1 の水平転送電極 5 1 3 a, 5 1 3 b が形成されている。さらに、第 1 の水平転送電極同士間の隙間および最終垂直転送電極 5 0 8 と第 1 の水平転送電極 5 1 3 a の隙間には N^- 型の電位障壁領域 5 1 4 が形成されており、この電位障壁領域 5 1 4 上にゲート絶縁膜 5 0 6 を介して第 2 の水平転送電極 5 1 5 a、5 1 5 b が形成されている。また、各水平転送電極は、クロックパルス $\Phi H 1$ または $\Phi H 2$ が印加されるように配線されている。

【 0 0 0 6 】

垂直電荷転送部 5 0 1 と水平電荷転送部 5 1 0 との接続部には、垂直電荷転送部 5 0 1 側から P^+ 型素子分離領域 5 0 5 が伸長している。また、この接続部には、水平電荷転送部 5 1 0 側から水平転送チャネル 5 1 2 が伸長しており、この水平転送チャネル 5 1 2 の接続部に伸長した部分は、 P^+ 型素子分離領域 5 0 5 同士間に配置されている。一方、垂直転送チャネル 5 0 4 は前記接続部には伸長しておらず、その水平電荷転送部側の端部 5 2 1 は最終垂直転送電極 5 0 8 の端部とほぼ一致している。また、この接続部においては、垂直転送チャネル 5 0 4 と水平転送チャネル 5 1 2 との境界に当たる部分に、 N^- 型の電位障壁領域 5 1 4 が形成されている。

【 0 0 0 7 】

また、垂直転送チャネル 5 0 4 のチャネル幅は、水平転送チャネル 5 1 2 のチャネル幅よりも狭いため、転送信号量を確保するために、垂直転送チャネル 5 0 4 の不純物濃度は水平転送チャネル 5 1 2 よりも高濃度で形成される。また、水平電荷転送部 5 1 0 は、垂直電荷転送部 5 0 1 に比べて転送周波数が高いため、転送電界が強化されるように、水平 P 型ウェル 5 1 1 の P 型不純物濃度は垂直 P 型ウェル 5 0 3 よりも低濃度で形成される。

【 0 0 0 8 】

次に、上記固体撮像装置の垂直電荷転送部から水平電荷転送部への電荷転送動作について、図 2 0、図 2 1 を用いて説明する。図 2 1 は、垂直電荷転送部および水平電荷転送部の各電極に印加されるクロックパルスの一例である。図 2 0 は、図 2 1 に示すクロックパルスにより駆動させた場合の垂直電荷転送部から水平電荷転送部への電荷転送時のポテンシャル分布を示す図である。なお、ポテンシ

ャル図においては、ポテンシャルは下向きを正とし、斜線部に電荷が保持されているものとする（以下同じ）。

【 0 0 0 9 】

時刻 t_1 の時、垂直電荷転送部 5 0 1 内の信号電荷 5 1 7 は、ハイ電圧 V_{VH} が印加されている第 1 の垂直転送電極 5 0 7 および第 2 の垂直転送電極 5 0 9 b の下に蓄積されている。次に時刻 t_2 の時、クロックパルス ϕV_4 が V_{HL} から V_{HH} に、クロックパルス ϕV_2 が V_{HH} から V_{HL} に変わることにより、信号電荷 5 1 7 の一部が垂直電荷転送部 5 0 1 から水平電荷転送部 5 1 0 へ転送され始める。次に時刻 t_3 の時、クロックパルス ϕV_1 が V_{HL} から V_{HH} に、クロックパルス ϕV_3 が V_{HH} から V_{HL} に変わることにより、信号電荷 5 1 7 はさらに垂直電荷転送部 5 0 1 から水平電荷転送部 5 1 0 へ転送され、時刻 t_4 の時、クロックパルス ϕV_2 が V_{HL} から V_{HH} に、クロックパルス ϕV_4 が V_{HH} から V_{HL} に変わることにより、垂直電荷転送部 5 0 1 から水平電荷転送部 5 1 0 への信号電荷 5 1 7 の転送動作が終了する。この時、信号電荷 5 1 7 は、水平電荷転送部 5 1 0 の V_{HH} が印加されている第 1 の水平転送電極 5 1 3 a に蓄積される。また、次の信号電荷 5 1 8 は、ハイ電圧 V_{HH} が印加されている第 1 の垂直転送電極 5 0 7 および第 2 の垂直転送電極 5 0 9 a の下まで転送されている。時刻 t_5 の時、クロックパルス ϕV_3 が V_{HL} から V_{HH} に、クロックパルス ϕV_1 が V_{HH} から V_{HL} に変わることにより、次の信号電荷 5 1 8 は、ハイ電圧 V_{VH} が印加されている第 1 の垂直転送電極 5 0 7 および第 2 の垂直転送電極 5 0 9 b の下まで転送される。その後、水平電荷転送部 5 1 0 が動作し、水平転送電極にお互い位相の反転した転送パルス ϕH_1 , ϕH_2 が印加され、信号電荷 5 1 7 は水平電荷転送部を転送されていく。以降、この動作を繰り返すことにより、信号電荷 5 1 7 は垂直電荷転送部 5 0 1 および水平電荷転送部 5 0 3 を転送されていく。

【 0 0 1 0 】

図 2 0 に示すように、垂直電荷転送部と水平電荷転送部の接続部では、第 2 の水平転送電極 5 1 5 a の下に形成された電位障壁領域 5 1 4 により電位障壁 5 1 9 が存在し、さらに、垂直電荷転送部の素子分離領域 5 0 5 による狭チャネル効果で電位障壁 5 2 0 が存在するため、水平電荷転送部から垂直電荷転送部への信

号電荷の逆転送が抑制されている。

【 0 0 1 1 】

次に上記固体撮像装置の製造方法について説明する。図 2 2、図 2 3、図 2 4、図 2 5 は、上記固体撮像装置の製造方法を説明するための図であり、図 (a) は図 1 9 (a) の A-A' 断面に相当する部分を示しており、図 (b) は図 1 9 (a) の B-B' 断面に相当する部分を示している。

【 0 0 1 2 】

まず、図 2 2 (a)、(b) に示すように、N⁺⁺型半導体基板 5 0 2 の表面上に保護膜 5 2 6 を形成し、この N⁺⁺型半導体基板 5 0 2 の表層部の垂直転送チャネルおよび水平転送チャネルが形成される領域以外の領域にボロンなどの P 型不純物のイオン注入により素子分離領域 5 0 5 を形成する。そして、保護膜 5 2 6 の表面上に第 1 のフォトリジスト膜 5 3 4 を形成し、垂直転送チャネルおよび水平転送チャネルが形成される領域上から第 1 のフォトリジスト膜 5 3 4 を除去した後、N⁺⁺型半導体基板 5 0 2 の表層部にボロンなどの P 型不純物をイオン注入して P 型領域 5 2 4 を形成し、P 型領域 5 2 4 の表層部にリンやヒ素などの N 型不純物のイオン注入により N 型領域 5 2 5 を形成する。

【 0 0 1 3 】

続いて、第 1 のフォトリジスト膜 5 3 4 を全面除去した後、図 2 3 (a)、(b) に示すように、保護膜の表面上に第 2 のフォトリジスト膜 5 2 8 を形成し、垂直転送チャネルが形成される領域上から第 2 のフォトリジスト膜 5 2 8 を除去した後、P 型領域 5 2 4 とほぼ同じ深さにボロンなどの P 型不純物をイオン注入して垂直 P 型ウェル 5 0 3 を形成し、N 型領域 5 2 5 とほぼ同じ深さにリンやヒ素などの N 型不純物をイオン注入して垂直転送チャネル 5 0 4 を形成する。ここで、垂直 P 型ウェル 5 0 3 および垂直転送チャネル 5 0 4 が形成されていない P 型領域 5 2 4 および N 型領域 5 2 5 は、それぞれ水平 P 型ウェル 5 1 1 および水平転送チャネル 5 1 2 となる。

【 0 0 1 4 】

続いて、第 2 のフォトリジスト膜 5 2 8 および保護膜 5 2 6 を全面除去した後、図 2 4 (a)、(b) に示すように、表面上にゲート絶縁膜 5 0 6 を形成し、

さらにゲート絶縁膜 5 0 6 上に第 1 層目の転送電極 5 0 7, 5 0 8, 5 1 3 a, 5 1 3 b を形成する。そして、その表面上に第 3 のフォトリジスト膜 5 2 9 を形成し、これを、最終垂直転送電極 5 0 8 上に境界を持つように、水平転送チャンネル側の領域上から除去した後、ボロンなどの P 型不純物をイオン注入して N⁻型の電位障壁領域 5 1 4 を形成する。

【 0 0 1 5 】

続いて、第 3 のフォトリジスト膜 5 2 9 を全面除去した後、図 2 5 (a)、(b) に示すように、第 1 層目の転送電極 5 0 7, 5 0 8, 5 1 3 a, 5 1 3 b の周囲に層間絶縁膜 5 2 7 を形成した後、第 2 層目の転送電極 5 0 9 a, 5 0 9 b, 5 1 5 a, 5 1 5 b を形成する。垂直転送電極 5 0 9 a, 5 0 7, 5 0 9 b, 5 0 8 には $\Phi V 1$, $\Phi V 2$, $\Phi V 3$, $\Phi V 4$ のクロックパルスが印加されるようにアルミやタングステンなどの金属膜により配線され、水平転送電極 5 1 3 a と 5 1 5 a の組、5 1 3 b と 5 1 5 b の組には $\Phi H 1$, $\Phi H 2$ のクロックパルスが印加されるように配線されることにより、従来の固体撮像装置が製造される。

【 0 0 1 6 】

【発明が解決しようとする課題】

しかしながら、上記のような従来の固体撮像装置は、画素の微細化、垂直電荷転送部の高速駆動化、および水平電荷転送部の低電圧駆動化が進むにつれて、垂直電荷転送部から水平電荷転送部への電荷転送が短時間でスムーズに行われなくなり、一般に黒線不良と呼ばれる縦線状の表示異常が発生したり、転送効率が著しく劣化するという問題があった。このような問題が発生する理由を、図 2 0 を用いて説明する。

【 0 0 1 7 】

従来の固体撮像装置では、画素の微細化に伴い、垂直転送チャンネル 5 0 4 のチャンネル幅を狭くしなければならないため、転送電荷量を確保するために垂直転送チャンネル 5 0 4 の N 型不純物濃度を高くしていく必要があった。一方、水平転送チャンネル 5 1 2 のチャンネル幅は狭くする必要が無い場合、水平転送チャンネル 5 1 2 の N 型不純物濃度を高くする必要はなかった。

【 0 0 1 8 】

また、従来の固体撮像装置では、垂直転送チャネルの水平電荷転送部側の端部 5 2 1 は、最終垂直転送電極 5 0 8 の端部とほぼ一致するように形成されており、最終垂直転送電極 5 0 8 の端部よりも水平電荷転送部側には電位障壁領域 5 1 4 および水平転送チャネル 5 1 2 が形成されていた。すなわち、最終垂直転送電極 5 0 8 の下には N 型不純物濃度の高い垂直転送チャネル 5 0 4 が形成されており、垂直電荷転送部 5 0 1 と水平電荷転送部 5 1 0 との接続部における第 1 の水平転送電極 5 1 3 a および第 2 の水平転送電極 5 1 5 a 下の領域には、N 型不純物濃度の低い水平転送チャネル 5 1 2 が形成されていた。

【 0 0 1 9 】

そのため、垂直転送チャネル 5 0 4 と水平転送チャネル 5 1 2 の N 型不純物の濃度差を大きくしていったり、水平電荷転送部の低電圧駆動化を進めていくと、最終垂直転送電極 5 0 8 (V_{VH} が印加されている。) 下のチャネル電位よりも、接続部における第 2 の水平転送電極 5 1 5 a および第 1 の水平転送電極 5 1 3 a (V_{HH} が印加されている。) 下のチャネル電位の方が浅く形成され、図 2 0 の時刻 t_2 , t_3 において転送障壁 5 2 3 が形成されるようになる。その結果、垂直電荷転送部 5 0 1 に残された信号電荷 5 1 7 a、5 1 7 b は、時刻 t_4 から水平電荷転送部が動作するまでの短い間に全ての信号電荷を水平電荷転送部 5 1 0 に転送することができず、信号電荷の転送残り 5 2 2 が発生して、黒線不良と呼ばれる縦線状の表示異常が発生する場合があった。

【 0 0 2 0 】

また、上記のような転送障壁 5 2 3 を発生させないために、最終垂直転送電極 5 0 8 を ΦV_4 が印加される他の垂直転送電極と独立して形成し、垂直電荷転送のハイレベル電圧 V_{HH} よりも電圧を低下させたクロックパルス $\Phi V_4'$ を最終垂直転送電極 5 0 8 に印加させる方法があるが、この場合は、第 2 の垂直転送電極 5 0 9 b から最終垂直転送電極 5 0 8 への電荷転送で転送不良が新たに発生したり、 $\Phi V_4'$ のクロックパルスを作るための別電源が必要となり駆動回路が複雑になるなどの問題があった。

【 0 0 2 1 】

また、上記のような従来の固体撮像装置の製造方法は、画素の微細化が進むに

つれて、マスク合わせズレの影響により、垂直電荷転送部の転送電荷量のバラツキが大きくなるという問題があった。このような問題が発生する理由を、図 2 2 を用いて説明する。

【 0 0 2 2 】

垂直転送チャンネル 5 0 4 および垂直 P 型ウェル 5 0 3 は、先述したように、第 1 のフォトリジスト膜 5 3 4 をパターニング除去してから N 型不純物および P 型不純物をイオン注入し [図 2 2 (a) 、 (b)] 、続いて、第 2 のフォトリジスト膜 5 2 8 をパターニング除去してから N 型不純物および P 型不純物をイオン注入することにより形成される [図 2 3 (a) 、 (b)] 。このように、垂直転送チャンネル 5 0 4 および垂直 P 型ウェル 5 0 3 は、2 回のフォトリジスト工程で形成されるため、1 回目のフォトリジスト工程と 2 回目のフォトリジスト工程でのマスクの合わせズレの影響により、垂直転送チャンネル 5 0 4 や垂直 P 型ウェル 5 0 3 の形成される幅が変動しやすく、その結果、特に画素が微細になるにつれて、垂直電荷転送部の転送電荷量のバラツキが大きくなるという問題があった。

【 0 0 2 3 】

そこで、本発明は、画素の微細化や水平電荷転送部の低電圧駆動化を進めても、垂直電荷転送部での転送電荷量を十分に確保でき、かつ、垂直電荷転送部から水平電荷転送部へ信号電荷を転送する際に生じる転送残りを十分に低減し、良好な表示特性を得ることができる固体撮像装置と、このような固体撮像装置を精度良く製造できる方法とを提供することを目的とする。

【 0 0 2 4 】

【課題を解決するための手段】

上記目的を達成するため、本発明の固体撮像装置は、複数の垂直電荷転送部と、前記垂直電荷転送部の少なくとも一端に接続され、前記垂直電荷転送部から転送された電荷を受け取って、これを転送する水平電荷転送部とを備え、

前記垂直電荷転送部は、第 1 導電型垂直転送チャンネル領域と、前記第 1 導電型垂直転送チャンネル領域に隣接するように形成された第 2 導電型素子分離領域と、前記第 1 導電型垂直転送チャンネル領域上に形成された複数の垂直転送電極および最終垂直転送電極と、前記第 1 導電型垂直転送チャンネル領域の下に形成された第

2 導電型垂直ウェル領域とを備え、

前記水平電荷転送部は、第 1 導電型水平転送チャンネル領域と、前記第 1 導電型水平転送チャンネル領域上に形成された複数の水平転送電極と、前記第 1 導電型水平転送チャンネル領域の下に形成された第 2 導電型水平ウェル領域とを備え、

前記垂直電荷転送部と前記水平電荷転送部との接続部には、前記垂直電荷転送部から前記第 1 導電型垂直転送チャンネル領域、前記第 2 導電型素子分離領域および前記第 2 導電型垂直ウェル領域が伸長し、この第 1 導電型垂直転送チャンネル領域の前記接続部に伸長した部分の上に前記水平転送電極の一部が重なっており、前記第 1 導電型垂直転送チャンネル領域および前記第 2 導電型垂直ウェル領域の前記接続部に伸長した部分の前記水平電荷転送部側の端部が、前記最終垂直転送電極の前記水平電荷転送部側の端部よりも前記水平電荷転送部側に位置し、且つ、前記第 2 導電型素子分離領域の前記水平電荷転送部側の端部から $1.5\mu\text{m}$ 以内に位置することを特徴とする。

【 0 0 2 5 】

また、本発明の第 1 の製造方法は、上記本発明の固体撮像装置の製造方法であって、半導体基板上にイオン注入阻止膜を形成する工程と、

前記イオン注入阻止膜上に第 1 のフォトリジスト膜を形成する工程と、

前記第 1 のフォトリジスト膜および前記イオン注入阻止膜を、第 2 導電型素子分離領域となる領域上に残存させ、第 1 導電型垂直転送チャンネル領域および第 1 導電型水平転送チャンネル領域となる領域上から除去されるようにパターニングする工程と、

前記第 1 のフォトリジスト膜および前記イオン注入阻止膜をマスクとして、前記半導体基板の表面層に第 1 導電型不純物をイオン注入して第 1 導電型垂直転送チャンネル領域および第 1 導電型水平転送チャンネル領域を形成し、前記第 1 導電型垂直転送チャンネル領域および第 1 導電型水平転送チャンネル領域の下に第 2 導電型不純物をイオン注入して第 1 導電型垂直ウェル領域および第 1 導電型水平ウェル領域を形成する工程と、

前記第 1 のフォトリジスト膜を除去した後、前記半導体基板上に第 2 のフォトリジスト膜を形成する工程と、

前記第 2 のフォトリジスト膜を、前記第 1 導電型水平転送チャネル領域上に残存させ、前記第 1 導電型垂直転送チャネル領域上から除去させるようにパターニングする工程と、

前記第 2 のフォトリジスト膜および前記イオン注入阻止膜をマスクとして、前記第 1 導電型垂直転送チャネル領域に更に第 1 導電型不純物をイオン注入する工程とを有することを特徴とする。

【 0 0 2 6 】

また、本発明の第 2 の製造方法は、上記本発明の固体撮像装置の製造方法であって、半導体基板上にイオン注入阻止膜を形成する工程と、

前記イオン注入阻止膜上に第 1 のフォトリジスト膜を形成する工程と、

前記第 1 のフォトリジスト膜および前記イオン注入阻止膜を、第 2 導電型素子分離領域となる領域上に残存させ、第 1 導電型垂直転送チャネル領域および第 1 導電型水平転送チャネル領域となる領域上から除去されるようにパターニングする工程と、

前記第 1 のフォトリジスト膜および前記イオン注入阻止膜をマスクとして、前記半導体基板の表面層に第 1 導電型不純物をイオン注入して第 1 導電型垂直転送チャネル領域および第 1 導電型水平転送チャネル領域を形成する工程と、

前記第 1 のフォトリジスト膜を除去した後、前記半導体基板上に第 2 のフォトリジスト膜を形成する工程と、

前記第 2 のフォトリジスト膜を、前記第 1 導電型水平転送チャネル領域上に残存させ、少なくとも前記第 1 導電型垂直転送チャネル領域から除去されるようにパターニングする工程と、

前記第 2 のフォトリジスト膜および前記イオン注入阻止膜をマスクとして、前記垂直転送チャネル領域に更に第 1 導電型不純物をイオン注入し、前記垂直転送チャネル領域の下に第 2 導電型不純物をイオン注入して第 2 導電型垂直ウェル領域を形成する工程と、

前記第 2 のフォトリジスト膜および前記イオン注入阻止膜を除去した後、前記半導体基板上に第 3 のフォトリジスト膜を形成する工程と、

前記第 3 のフォトリジスト膜を、少なくとも前記第 1 導電型垂直転送チャネル領

域上に残存させ、前記第 1 導電型水平転送チャネル領域から除去されるようにパターニングする工程と、

前記第 3 のフォトリジスト膜をマスクとして、前記水平転送チャネル領域の下に第 2 導電型不純物をイオン注入して第 2 導電型垂直ウェル領域を形成する工程とを有することを特徴とする。

【 0 0 2 7 】

また、本発明の第 3 の製造方法は、上記本発明の固体撮像装置の製造方法であって、半導体基板上に第 1 のフォトリジスト膜を形成する工程と、

前記第 1 のフォトリジスト膜を、第 2 導電型素子分離領域となる領域上に残存させ、第 1 導電型垂直転送チャネル領域および第 1 導電型水平転送チャネル領域となる領域上から除去されるようにパターニングする工程と、

前記第 1 のフォトリジスト膜をマスクとして、前記半導体基板の表面層に第 1 導電型不純物をイオン注入して第 1 導電型垂直転送チャネル領域および第 1 導電型水平転送チャネル領域を形成し、前記第 1 導電型垂直転送チャネル領域および第 1 導電型水平転送チャネル領域の下に第 2 導電型不純物をイオン注入して第 1 導電型垂直ウェル領域および第 1 導電型水平ウェル領域を形成する工程と、

前記第 1 のフォトリジスト膜を除去した後、前記半導体基板上に第 2 のフォトリジスト膜を形成する工程と、

前記第 2 のフォトリジスト膜を、前記第 2 導電型素子分離領域となる領域および前記第 1 導電型水平転送チャネル領域上に残存させ、前記第 1 導電型水平転送チャネル領域上から除去させるようにパターニングする工程と、

前記第 2 のフォトリジスト膜をマスクとして、前記第 1 導電型水平転送チャネル領域に第 2 導電型不純物をイオン注入する工程とを有することを特徴とする。

【 0 0 2 8 】

この第 3 の製造方法においては、更に、前記第 2 のフォトリジスト膜をマスクとして、前記第 2 導電型水平ウェル領域に第 1 導電型不純物をイオン注入する工程を有することが好ましい。

【 0 0 2 9 】

【発明の実施の形態】

本発明の固体撮像装置によれば、前述したように、第1導電型垂直転送チャネル領域、第2導電型素子分離領域および第2導電型垂直ウェル領域を垂直電荷転送部と水平電荷転送部との接続部にまで伸長させ、この伸長した領域の水平電荷転送部側の端部が、最終垂直転送電極の水平電荷転送部側の端部よりも水平電荷転送部側に位置し、且つ、第2導電型素子分離領域の水平電荷転送部側の端部から $1.5\mu\text{m}$ 以内に位置するように調整されることより、垂直電荷転送部の転送電荷量を増加させるために、垂直転送チャネルと水平転送チャネルのN型不純物の濃度差を大きくしたり、水平電荷転送部の低電圧駆動化を進めた場合であっても、信号電荷を水平電荷転送部に短時間でスムーズに転送することができる。そのため、良好な表示特性を確保しながら、さらなる画素の微細化、垂直電荷転送部の高速駆動化および水平電荷転送部の低電圧駆動化が可能になる。

【0030】

上記固体撮像装置においては、第1導電型水平転送チャネル領域は、第1導電型垂直転送チャネル領域よりも不純物濃度が低くなるように形成されていることが好ましい。この好ましい例によれば、画素の微細化に伴って垂直転送チャネル領域のチャネル幅を小さくした場合であっても、十分な転送信号量を確保することができる。

【0031】

また、上記固体撮像装置においては、第1導電型水平転送チャネル領域は、第1導電型垂直転送チャネル領域よりも拡散深さが深くなるように形成されていることが好ましい。この好ましい例によれば、水平転送電極からの水平転送チャネル領域内の電界がチャネル深部まで伸びるため、転送電界が強化され、水平電荷転送部の転送効率が更に向上する。

【0032】

また、上記固体撮像装置においては、第2導電型水平ウェル領域は、第2導電型垂直ウェル領域よりも不純物濃度が低くなるように形成されていることが好ましい。この好ましい例によれば、水平転送電極からの水平転送チャネル領域内の電界がチャネル深部まで伸びるため、転送電界が強化され、水平電荷転送部の転送効率が更に向上する。加えて、垂直転送チャネル領域よりも水平転送チャネル

領域のチャネル電位が深く形成されるため、垂直電荷転送部から水平電荷転送部への信号電荷の転送を更にスムーズにすることができる。

【 0 0 3 3 】

また、上記固体撮像装置においては、第 2 導電型水平ウェル領域は、前記第 2 導電型垂直ウェル領域よりも不純物拡散深さが深くなるように形成されていることが好ましい。この好ましい例によれば、水平転送電極からの水平転送チャネル領域内の電界がチャネル深部まで伸びるため、転送電界が強化され、水平電荷転送部の転送効率が更に向上する。加えて、垂直転送チャネル領域よりも水平転送チャネル領域のチャネル電位が深く形成されるため、垂直電荷転送部から水平電荷転送部への信号電荷の転送を更にスムーズにすることができる。

【 0 0 3 4 】

また、上記固体撮像装置においては、前記接続部で前記第 1 導電型垂直転送チャネル領域と重なるように配置された前記水平転送電極について、この水平転送電極下に位置する前記第 1 導電型垂直転送チャネル領域のチャネル電位よりも、この水平転送電極下に位置する前記第 1 導電型水平転送チャネル領域のチャネル電位の方が深くなるように、前記第 1 導電型垂直転送チャネル領域および前記第 1 導電型水平転送チャネル領域の不純物濃度が設定されることが好ましい。この好ましい例によれば、垂直電荷転送部から水平電荷転送部への信号電荷の転送を更にスムーズに実施することができる。

【 0 0 3 5 】

(第 1 の実施形態)

本発明の第 1 の実施形態にかかる固体撮像装置の一例について、図面を参照しながら説明する。図 1 は、第 1 の実施形態にかかる固体撮像装置の一例を示す模式図である。また、図 2 は前記固体撮像装置の垂直電荷転送部と水平電荷転送部との接続部付近の構造の一例を示す模式図であり、図 2 (a) は平面図、図 2 (b) は図 2 (a) の A - A ' 断面図である。

【 0 0 3 6 】

図 1 に示すように、この固体撮像装置は、行列状に配置された複数の光電変換部 1 3 0 と、光電変換部 1 3 0 の各列に対応して配置された複数列の垂直電荷転

送部 1 0 1 と、各垂直電荷転送部 1 0 1 の一端に電氣的に接続された水平電荷転送部 1 1 0 と、水平電荷転送部 1 1 0 の一端に接続された出力回路部 1 3 1 とを備えている。

【 0 0 3 7 】

図 2 (a) および (b) に示すように、垂直電荷転送部 1 0 1 においては、 N^{-} 型半導体基板 1 0 2 の表層部に垂直 P 型ウェル 1 0 3 が形成されており、この垂直 P 型ウェル 1 0 3 の表層部に N 型の垂直転送チャネル 1 0 4 が形成されている。また、垂直転送チャネル 1 0 4 同士間には P^{+} 型素子分離領域 1 0 5 が形成されている。更に、垂直転送チャネル 1 0 4 上にはゲート絶縁膜 1 0 6 を介して複数の垂直転送電極 1 0 7, 1 0 9 a, 1 0 9 b および最終垂直転送電極 1 0 8 が形成されており、各垂直転送電極は、クロックパルス $\Phi V 1$ 、 $\Phi V 2$ 、 $\Phi V 3$ または $\Phi V 4$ が印加されるように配線されている。

【 0 0 3 8 】

水平電荷転送部 1 1 0 においては、 N^{-} 型半導体基板 1 0 2 の表層部に水平 P 型ウェル 1 1 1 が形成されており、水平 P 型ウェル 1 1 1 の表層部に N 型の水平転送チャネル 1 1 2 が形成されている。水平転送チャネル 1 1 2 上にはゲート絶縁膜 1 0 6 を介して複数の第 1 の水平転送電極 1 1 3 a, 1 1 3 b が形成されている。さらに、第 1 の水平転送電極同士間の隙間には N^{-} 型の電位障壁領域 1 1 4 が形成されており、この電位障壁領域 1 1 4 上にゲート絶縁膜 1 0 6 を介して第 2 の水平転送電極 1 1 5 a, 1 1 5 b が形成されている。また、各水平転送電極は、クロックパルス $\Phi H 1$ または $\Phi H 2$ が印加されるように配線されている。

【 0 0 3 9 】

垂直転送チャネル 1 0 4 のチャネル幅は、水平転送チャネル 1 1 2 のチャネル幅よりも狭いため、転送信号量を確保するために、垂直転送チャネル 1 0 4 の N 型不純物濃度は水平転送チャネル 1 1 2 よりも高濃度で形成される。また、水平電荷転送部 1 1 0 は垂直電荷転送部 1 0 1 に比べて転送周波数が高いため、転送電界が強化されるように、水平 P 型ウェル 1 1 1 の P 型不純物濃度は垂直 P 型ウェル 1 0 3 よりも低濃度で形成される。

【 0 0 4 0 】

垂直電荷転送部と水平電荷転送部との接続部には、垂直電荷転送部側から、垂直P型ウェル103、 P^+ 型素子分離領域105および垂直転送チャンネル104が伸長している。この接続部において、 P^+ 型素子分離領域105は、第2の水平転送電極115bの垂直電荷転送部側の端部と重なるように形成される。また、垂直転送チャンネル104は、垂直電荷転送部101から転送された電荷を受け取る第1の水平転送電極113aおよび第2の水平転送電極115aの垂直電荷転送部側の端部と重なるように形成されている。また、この接続部において、最終垂直転送電極108と第1の水平転送電極113aとの隙間には N^- 型の電位障壁領域114が形成されており、この電位障壁領域114上にゲート絶縁膜106を介して第2の水平転送電極115aが重なっている。

【0041】

この固体撮像装置では、前述したように、垂直電荷転送部501と水平電荷転送部510との接続部に、垂直P型ウェル103、垂直転送チャンネル104および P^+ 型素子分離領域105が伸長しているが、この垂直P型ウェル103および垂直転送チャンネル104の水平電荷転送部側の端部121と、 P^+ 型素子分離領域105の水平電荷転送部側の端部116との位置が、ほぼ一致するように調整されている。

【0042】

すなわち、最終垂直転送電極108下の領域と、接続部における第1の水平転送電極113aおよび第2の水平転送電極115a下の領域とには、いずれも垂直転送チャンネル104および垂直P型ウェル103が形成されている。更に言えば、最終垂直転送電極108下の領域と、接続部における第1の水平転送電極113a下の領域とは、同じ不純物濃度を有する領域である。

【0043】

次に、上記固体撮像装置の垂直電荷転送部から水平電荷転送部への電荷転送動作について説明する。

【0044】

図21は、垂直電荷転送部および水平電荷転送部の各電極に印加されるクロックパルスの一例である。同図において、 $\Phi V1 \sim \Phi V4$ は垂直転送電極に印加さ

れる転送パルスであり、 $\phi H 1$ および $\phi H 2$ は水平転送電極に印加される転送パルスである。また、各パルスにおいて、 V_{VH} および V_{HH} はハイレベル電圧を、 V_{VL} および V_{HL} はローレベル電圧を示している。また、図 3 は、図 2 1 に示すクロックパルスにより駆動させた場合の垂直電荷転送部から水平電荷転送部への電荷転送時のポテンシャル分布を示す図である。

【 0 0 4 5 】

時刻 $t 1$ の時、垂直電荷転送部 1 0 1 内の信号電荷 1 1 7 は、ハイ電圧 V_{VH} が印加されている第 1 の垂直転送電極 1 0 7 および第 2 の垂直転送電極 1 0 9 b の下に蓄積されている。次に時刻 $t 2$ の時、クロックパルス $\phi V 4$ が V_{HL} から V_{HH} に、クロックパルス $\phi V 2$ が V_{HH} から V_{HL} に変わることにより、最終垂直転送電極 1 0 8 および第 2 の垂直転送電極 1 0 9 b の隙間に残った信号電荷 1 1 7 a を除く全ての信号電荷 1 1 7 が垂直電荷転送部 1 0 1 から水平電荷転送部 1 1 0 へ転送される。次に時刻 $t 3$ の時、クロックパルス $\phi V 1$ が V_{HL} から V_{HH} に、クロックパルス $\phi V 3$ が V_{HH} から V_{HL} に変わることにより、残された信号電荷 1 1 7 a も垂直電荷転送部 1 0 1 から水平電荷転送部 1 1 0 へ転送され、全ての信号電荷 1 1 7 は、水平電荷転送部 1 1 0 の V_{HH} が印加されている第 1 の水平転送電極 1 1 3 a の下に蓄積される。時刻 $t 4$ の時、クロックパルス $\phi V 2$ が V_{HL} から V_{HH} に、クロックパルス $\phi V 4$ が V_{HH} から V_{HL} に変わり、次の信号電荷 1 1 8 は、ハイ電圧 V_{HH} が印加されている第 1 の垂直転送電極 1 0 7 および第 2 の垂直転送電極 1 0 9 a の下まで転送されている。時刻 $t 5$ の時、クロックパルス $\phi V 3$ が V_{HL} から V_{HH} に、クロックパルス $\phi V 1$ が V_{HH} から V_{HL} に変わることにより、次の信号電荷 1 1 8 は、ハイ電圧 V_{VH} が印加されている第 1 の垂直転送電極 1 0 7 および第 2 の垂直転送電極 1 0 9 b の下まで転送される。その後、水平電荷転送部 1 1 0 が動作し、水平転送電極にお互い位相の反転した転送パルス $\phi H 1$ 、 $\phi H 2$ が印加され、信号電荷 1 1 7 は水平電荷転送部を転送されていく。以降、この動作を繰り返すことにより、信号電荷 1 1 7 は垂直電荷転送部 1 0 1 および水平電荷転送部 1 1 0 を転送されていく。

【 0 0 4 6 】

図 3 に示すように、垂直電荷転送部と水平電荷転送部の接続部では、第 2 の水

平転送電極 1 1 5 a の下に形成された電位障壁領域 1 1 4 により電位障壁 1 1 9 が存在し、さらに、垂直電荷転送部の素子分離領域 1 0 5 による狭チャネル効果で電位障壁 1 2 0 が存在するため、水平電荷転送部から垂直電荷転送部への信号電荷の逆転送が抑制されている。

【 0 0 4 7 】

次に、このような固体撮像装置により達成される効果について、図 2 および図 3 を用いて説明する。先述したように、この固体撮像装置は、垂直電荷転送部 1 0 1 と水平電荷転送部 1 1 0 との接続部に垂直転送チャネル 1 0 4 および素子分離領域 1 0 5 が伸長しており、この垂直転送チャネル 1 0 4 の端部 1 2 1 と、素子分離領域 1 0 5 の端部との位置がほぼ一致するように形成される。すなわち、最終垂直転送電極 1 0 8 下の領域と、接続部における第 1 の水平転送電極 1 1 3 a 下の領域とは、同じ不純物濃度を有する領域となる。

【 0 0 4 8 】

そのため、垂直電荷転送部 1 0 1 の転送電荷量を増加させるために、垂直転送チャネル 1 0 4 と水平転送チャネル 1 1 2 の N 型不純物の濃度差を大きくしたり、水平電荷転送部 1 1 0 の低電圧駆動化を進めても、最終垂直転送電極 1 0 8 (V_{VH} が印加されている。) 下のチャネル電位よりも、接続部における第 2 の水平転送電極 1 1 5 a および第 1 の水平転送電極 1 1 3 a (V_{HH} が印加されている。) 下のチャネル電位の方が深く形成される (図 3 の 1 3 2)。よって、従来の固体撮像装置のように転送障壁 (図 2 0 の 5 2 3) が発生せず、時刻 $t_2 \sim t_3$ の間に信号電荷 1 1 7 が水平電荷転送部 1 1 0 にスムーズに転送される。従って、従来の固体撮像装置で問題となった黒線不良と呼ばれる縦線状の表示異常の発生が抑制される。よって、良好な表示特性を確保しながら、画素の微細化、垂直電荷転送部の高速駆動化および水平電荷転送部の低電圧駆動化が可能となる。

【 0 0 4 9 】

なお、垂直電荷転送部の素子分離領域 1 0 5 の狭チャネル効果で生じる電位障壁 1 2 0 は、垂直転送チャネル 1 0 4 の N 型不純物濃度を水平転送チャネル 1 1 2 の N 型不純物濃度よりも高くするほど減少していくため、垂直転送チャネル 1 0 4 の N 型不純物濃度は、この電位障壁 1 2 0 が消滅しない範囲で水平転送チャ

ネル 1 1 2 の N 型不純物濃度よりも高く設定しておくことが望ましい。

【 0 0 5 0 】

また、接続部において、垂直転送チャネル 1 0 4 の端部 1 2 1 と P⁺型素子分離領域 1 0 5 の端部 1 1 6 とは、その両者の位置がほぼ一致するように形成されることが望ましいが、垂直電荷転送部 1 0 1 から水平電荷転送部 1 1 0 にかけては狭チャネル効果の影響でチャネル電位が徐々に深くなるように遷移していくため、垂直転送チャネル 1 0 4 端部 1 2 1 の位置がこのチャネル電位の遷移領域 1 3 3 の範囲内にあれば、電位の窪みや障壁の発生を十分に抑制することができ、前述したような効果を達成することが可能となる。具体的には、垂直転送チャネル 1 0 4 の端部 1 2 1 が最終垂直転送電極 1 0 8 の水平電荷転送部側の端部よりも水平電荷転送部側に位置し、且つ、P⁺型素子分離領域 1 0 5 の端部 1 1 6 から 1. 5 μ m 以内に位置していればよい。

【 0 0 5 1 】

次に、上記固体撮像装置の形成条件および駆動条件の一例を挙げて、前述した効果について更に説明する。

【 0 0 5 2 】

上記固体撮像装置の垂直転送チャネル 1 0 4 のチャネル幅は、一辺が 3 μ m 以下の画素の微細化に対応するため、例えば 0. 7 μ m の狭さで構成され、水平転送チャネル 1 1 2 のチャネル幅は画素の微細化には関係なく、例えば 3 0 μ m で構成される。このように、垂直転送チャネル 1 0 4 のチャネル幅は、水平転送チャネル 1 1 2 のチャネル幅よりも狭いため、転送信号量を確保するために、垂直転送チャネル 1 0 4 の N 型不純物濃度は水平転送チャネル 1 1 2 よりも高濃度で形成される。例えば、垂直転送チャネル 1 0 4 の N 型不純物濃度は $2 \times 10^{17} \text{ cm}^{-3}$ で形成され、水平転送チャネル 1 1 2 の N 型不純物濃度は $1. 5 \times 10^{17} \text{ cm}^{-3}$ で形成される。また、水平電荷転送部 1 1 0 は、垂直電荷転送部 1 0 1 に比べて転送周波数が高いため、転送電界が強化されるように、水平 P 型ウェル 1 1 1 の P 型不純物濃度は垂直 P 型ウェル 1 0 3 よりも低濃度で形成される。例えば、垂直 P 型ウェル 1 0 3 の P 型不純物濃度は $2 \times 10^{16} \text{ cm}^{-3}$ で形成され、水平 P 型ウェル 1 1 1 の P 型不純物濃度は $1. 5 \times 10^{16} \text{ cm}^{-3}$ で形成される。また

、第 1 の水平転送電極同士間の隙間および最終垂直転送電極 1 0 9 と第 1 の水平転送電極 1 1 3 a の隙間に形成される N^- 型の電位障壁領域 1 1 4 は、例えば前述したような不純物濃度の垂直転層チャネルに、ドーズ量 $5.0 \times 10^{11} \text{ cm}^{-2}$ でボロンなどの P 型不純物をイオン注入することにより形成される。

【 0 0 5 3 】

また、図 2 1 に示される各パルスにおいて、 $\Phi V 1 \sim \Phi V 4$ および $\Phi H 1$ 、 $\Phi H 2$ の各電圧は、例えば $V_{VH} = 0 \text{ V}$ 、 $V_{HH} = 3 \text{ V}$ 、 $V_{VL} = -8 \text{ V}$ 、 $V_{HL} = 0 \text{ V}$ に設定される。

【 0 0 5 4 】

このような条件で固体撮像装置を形成し、駆動させた時の垂直電荷転送部から水平電荷転送部にかけてのチャネル電位分布を、図 4 に示す。同図においては、垂直転送チャネルの端部 1 2 1 の位置を、素子分離領域の端部 1 1 6 の位置に対して垂直電荷転送部側に $2 \mu\text{m}$ ずらした場合 (I)、一致させた場合 (II)、および水平電荷転送部側に $2 \mu\text{m}$ ずらした場合 (III) のチャネル電位分布を示している。

【 0 0 5 5 】

垂直転送チャネルの端部 1 2 1 の位置を、素子分離領域の端部 1 1 6 の位置とほぼ一致させた場合 (II)、最終垂直転送電極 1 0 8 ($V_{VH} = 0 \text{ V}$ が印加されている。) 下のチャネル電位は狭チャネル効果により約 6 V で形成され、接続部の第 2 の水平転送電極 1 1 5 a ($V_{HH} = 3 \text{ V}$ が印加されている。) 下に位置する領域 (電位障壁領域 1 1 4) のチャネル電位は狭チャネル効果により約 7 V で形成され、接続部の第 1 の水平転送電極 1 1 3 a ($V_{HH} = 3 \text{ V}$ が印加されている。) 下に位置する領域 (垂直転送チャネル 1 0 4) 下のチャネル電位は狭チャネル効果により約 8 V で形成される。また、水平電荷転送部の第 1 の水平転送電極 1 1 3 a ($V_{HH} = 3 \text{ V}$ が印加されている。) 下に位置する領域 (水平転送チャネル 1 1 2) におけるチャネル電位は、狭チャネル効果がほとんど無いため、約 10 V で形成される。このように、最終垂直転送電極 1 0 8 から水平転送チャネル 1 1 2 に向けて、チャネル電位は徐々に深くなるように形成されるため、信号電荷は

垂直電荷転送部 1 0 1 から水平電荷転送部 1 1 0 へと短時間でスムーズに転送される。

【 0 0 5 6 】

また、垂直転送チャネルの端部 1 2 1 の位置を素子分離領域の端部 1 1 6 に対して垂直電荷転送部側にシフトすると電位障壁が発生し、水平電荷転送部側にシフトすると電位窪みが発生する傾向にある（I および III）。

図 5 は、垂直転送チャネルの端部 1 2 1 の位置を、素子分離領域 1 0 5 の端部 1 1 6 の位置に対して垂直電荷転送部側および水平電荷転送部側にシフトさせた時に、垂直電荷転送部 1 0 1 から水平電荷転送部 1 1 0 の間で発生する電位障壁および電位窪みの大きさをシミュレーションにより解析した結果である。この解析結果に示すように、垂直転送チャネルの端部 1 2 1 の位置と、素子分離領域の端部 1 1 6 の位置とのずれが $1.5 \mu\text{m}$ 以下の範囲内であれば、電位障壁や電位窪みはほとんど発生せず、黒線不良と呼ばれる縦線状の表示異常の発生が抑制される。

【 0 0 5 7 】

（第 2 の実施形態）

次に、上記固体撮像装置の製造方法の第 1 例について説明する。図 6、図 7、図 8、図 9 は、上記固体撮像装置の製造方法を説明するための図であり、図（a）は図 2（a）の A-A' 断面に相当する部分を示しており、図（b）は図 2（a）の B-B' 断面に相当する部分を示している。

【 0 0 5 8 】

まず、図 6（a）、（b）に示すように、 N^{++} 型半導体基板 1 0 2 の表面上に酸化膜などの保護膜 1 2 6 を形成する。この保護膜 1 2 6 の表面上に窒化膜などのイオン注入阻止膜 1 3 5 を形成し、イオン注入阻止膜 1 3 5 の表面上に第 1 のフォトリソ膜 1 3 4 を形成する。次に、第 1 のフォトリソ膜 1 3 4 およびイオン注入阻止膜 1 3 5 を、垂直転送チャネルおよび水平転送チャネルが形成される領域上から除去され、素子分離領域となる部分には残存するように、パターンニング除去する。その後、 N^{++} 型半導体基板 1 0 2 表層部にボロンなどの P 型不純物をイオン注入して P 型領域 1 2 4 を形成し、P 型領域 1 2 4 の表層部にリ

ンやヒ素などのN型不純物のイオン注入によりN型領域125を形成する。

【0059】

続いて、第1のフォトリジスト膜134を全面除去する。このとき、イオン注入素子膜135は、そのまま基板上に残存させる。そして、保護膜126およびイオン注入阻止膜135の表面上に第2のフォトリジスト膜128を形成する。その後、図7(a)、(b)に示すように、第2のフォトリジスト膜128を、少なくとも垂直転送チャンネルが形成される領域上から除去され、水平転送チャンネルが形成される領域上には残存するようにパターニング除去する。残された第2のフォトリジスト膜128およびイオン注入阻止膜135をマスクとして、P型領域124とほぼ同じ深さにボロンなどのP型不純物をイオン注入して垂直P型ウェル103を形成し、N型領域125とほぼ同じ深さにリンやヒ素などのN型不純物をイオン注入して垂直転送チャンネル104を形成する。ここで、垂直P型ウェル103および垂直転送チャンネル104が形成されていないP型領域124およびN型領域125は、水平P型ウェル111および水平転送チャンネル112となる。

【0060】

このとき、垂直転送チャンネルと水平転送チャンネルの境界（垂直転送チャンネルの水平電荷転送部側の端部121）、および、垂直P型ウェルと水平P型ウェルとの境界（垂直P型ウェルの水平電荷転送部側の端部137）の位置と、 P^+ 型素子分離領域105となる領域の水平電荷転送部側の端部（図7(b)の116に相当する。）の位置とのずれが、 $1.5\mu\text{m}$ 以内となるように調整される。

【0061】

続いて、第2のフォトリジスト膜128およびイオン注入阻止膜135を全面除去した後、図8(a)、(b)に示すように、 N^{++} 型半導体基板102の表層部の垂直転送チャンネルおよび水平転送チャンネル以外の領域にボロンなどのP型不純物をイオン注入して、素子分離領域105を形成する。保護膜126を全面除去した後、表面上にゲート絶縁膜106を形成し、さらにゲート絶縁膜106上に第1層目の転送電極107、108、113a、113bを形成する。更に、表面上に第3のフォトリジスト膜129を形成し、これを、最終垂直転送電極1

0 8 上に端部を持つように、水平転送チャネル側の領域から除去した後、ボロンなどの P 型不純物をイオン注入して N⁻型の電位障壁領域 1 1 4 を形成する。

【 0 0 6 2 】

続いて、第 3 のフォトリジスト膜 1 2 9 を全面除去した後、図 9 (a) 、 (b) に示すように、第 1 層目の転送電極 1 0 7 , 1 0 8 , 1 1 3 a , 1 1 3 b の周囲に層間絶縁膜 1 2 7 を形成し、第 2 層目の転送電極 1 0 9 a , 1 0 9 b , 1 1 5 a , 1 1 5 b を形成する。垂直転送電極 1 0 9 a , 1 0 7 , 1 0 9 b , 1 0 8 には $\Phi V 1$, $\Phi V 2$, $\Phi V 3$, $\Phi V 4$ のクロックパルスがそれぞれ印加されるようにアルミやタングステンなどの金属膜により配線され、水平転送電極 1 1 3 a と 1 1 5 a の組、1 1 3 b と 1 1 5 b の組には $\Phi H 1$, $\Phi H 2$ のクロックパルスがそれぞれ印加されるように配線されることにより、第 1 の実施形態の固体撮像装置が製造される。

【 0 0 6 3 】

次に、この固体撮像装置の製造方法により達成される効果について、図 6 および図 7 を用いて説明する。この製造方法では、垂直転送チャネル 1 0 4 および垂直 P 型ウェル 1 0 3 は、先述したように、第 1 のフォトリジスト膜 1 3 4 およびイオン注入阻止膜 1 3 5 をパターニング除去してから N 型不純物および P 型不純物をイオン注入し [図 6 (a) 、 (b)] 、続いて、第 2 のフォトリジスト膜 1 2 8 を形成した後、少なくとも垂直転送チャネルが形成される領域の第 2 のフォトリジスト膜 1 2 8 を除去してから、パターンの残された第 2 のフォトリジスト膜 1 2 8 およびイオン注入阻止膜 1 3 5 をマスクとして P 型不純物および N 型不純物をイオン注入することにより形成される [図 7 (a) 、 (b)] 。このように、第 2 の実施形態の固体撮像装置の製造方法における垂直転送チャネル 1 0 4 および垂直 P 型ウェル 1 0 3 は、従来の製造方法と同様にそれぞれ 2 回の N 型不純物および P 型不純物のイオン注入により形成されるが、その際に、1 回のフォトリジスト工程でパターニング除去されたイオン注入阻止膜 1 3 5 をマスクとしてイオン注入が行われるため、1 回目と 2 回目のイオン注入での注入領域の水平方向の位置ずれや幅広がりが起こらず、垂直転送チャネル 1 0 4 および垂直 P 型ウェル 1 0 3 の形成される幅が安定する。その結果、画素の微細化が進んでも、

垂直電荷転送部の転送電荷量のバラツキや垂直電荷転送部から水平電荷転送部への信号電荷の転送不良を抑えることができるという効果を奏する。

【 0 0 6 4 】

(第 3 の実施形態)

次に、上記第 1 の実施形態にかかる固体撮像装置の製造方法の第 2 例について説明する。図 1 0、図 1 1、図 1 2、図 1 3、図 1 4 は、上記固体撮像装置の製造方法を説明するための図であり、図 (a) は図 2 (a) の A - A' 断面に相当する部分を示しており、図 (b) は図 2 (a) の B - B' 断面に相当する部分を示している。

【 0 0 6 5 】

まず、図 1 0 (a)、(b) に示すように、N⁺⁺型半導体基板 2 0 2 の表面上に酸化膜などの保護膜 2 2 6 を形成する。この保護膜 2 2 6 の表面上に窒化膜などのイオン注入阻止膜 2 3 5 を形成し、このイオン注入阻止膜 2 3 5 の表面上に第 1 のフォトリジスト膜 2 3 4 を形成する。次に、第 1 のフォトリジスト膜 2 3 4 およびイオン注入阻止膜 2 3 5 を、垂直転送チャネルおよび水平転送チャネルが形成される領域上から除去され、素子分離領域となる部分には残存するように、パターニング除去する。その後、N⁺⁺型半導体基板 2 0 2 の表層部にリンやヒ素などの N 型不純物をイオン注入して N 型領域 2 2 5 を形成する。

【 0 0 6 6 】

続いて、第 1 のフォトリジスト膜 2 3 4 を全面除去する。このとき、イオン注入素子膜 2 3 5 は、そのまま基板上に残存させる。そして、保護膜 2 2 6 およびイオン注入阻止膜 2 3 5 の表面上に第 2 のフォトリジスト膜 2 2 8 を形成する。その後、図 1 1 (a)、(b) に示すように、第 2 のフォトリジスト膜 2 2 8 を、少なくとも垂直転送チャネルが形成される領域上から除去され、水平転送チャネルが形成される領域上には残存するようにパターニング除去する。残された第 2 のフォトリジスト膜 2 2 8 およびイオン注入阻止膜 2 3 5 をマスクとして、N 型領域 2 2 5 の下にボロンなどの P 型不純物をイオン注入して垂直 P 型ウェル 2 0 3 を形成し、N 型領域 2 2 5 とほぼ同じ深さにリンやヒ素などの N 型不純物をイオン注入して垂直転送チャネル 2 0 4 を形成する。ここで、垂直転送チャネル

2 0 4 が形成されていないN型領域 2 2 5 は水平転送チャネル 2 1 2 となる。

【 0 0 6 7 】

このとき、垂直転送チャネルと水平転送チャネルの境界（垂直転送チャネルの水平電荷転送部側の端部 2 2 1）の位置と、 P^+ 型素子分離領域 2 0 5 となる領域の水平電荷転送部側の端部（図 1 1（b）の 2 1 6 に相当する。）の位置とのずれが、 $1.5\mu m$ 以内となるように調整される。

【 0 0 6 8 】

続いて、第 2 のフォトリジスト膜 2 2 8 およびイオン注入阻止膜 2 3 5 を全面除去した後、保護膜 2 2 6 の表面上に第 3 のフォトリジスト膜 2 2 9 を形成する。その後、図 1 2（a）、（b）に示すように、第 3 のフォトリジスト膜 2 2 9 を、少なくとも垂直転送チャネル上には残存し、水平転送チャネル上からは除去されるようにパターニング除去する。残された第 3 のフォトリジスト膜 2 2 9 をマスクとして、水平転送チャネル 2 1 2 の下にボロンなどのP型不純物をイオン注入して水平P型ウェル 2 1 1 を形成する。

【 0 0 6 9 】

このとき、垂直P型ウェルと水平P型ウェルとの境界（垂直P型ウェルの水平電荷転送部側の端部 2 3 7）の位置と、 P^+ 型素子分離領域 2 0 5 となる領域の水平電荷転送部側の端部（図 1 3（b）の 2 1 6 に相当する。）の位置とのずれが、 $1.5\mu m$ 以内となるように調整される。

【 0 0 7 0 】

続いて、第 3 のフォトリジスト膜 2 2 9 を全面除去した後、図 1 3（a）、（b）に示すように、 N^- 型半導体基板 2 0 2 の表層部の垂直転送チャネルおよび水平転送チャネル以外の領域にボロンなどのP型不純物をイオン注入して、素子分離領域 2 0 5 を形成する。保護膜 2 2 6 を全面除去した後、表面上にゲート絶縁膜 2 0 6 を形成し、さらにゲート絶縁膜 2 0 6 上に第 1 層目の転送電極 2 0 7、2 0 8、2 1 3 a、2 1 3 b を形成する。更に、表面上に第 4 のフォトリジスト膜 2 3 6 を形成し、これを、最終垂直転送電極 2 0 8 上に端部を持つように、水平転送チャネル側の領域から除去した後、ボロンなどのP型不純物をイオン注入して N^- 型の電位障壁領域 2 1 4 を形成する。

【 0 0 7 1 】

続いて、第4のフォトリジスト膜236を全面除去した後、図14(a)、(b)に示すように、第1層目の転送電極207、208、213a、213bの周囲に層間絶縁膜227を形成し、第2層目の転送電極209a、209b、215a、215bを形成する。垂直転送電極209a、207、209b、208には $\Phi V1$ 、 $\Phi V2$ 、 $\Phi V3$ 、 $\Phi V4$ のクロックパルスがそれぞれ印加されるようにアルミやタングステンなどの金属膜により配線され、水平転送電極213aと215aの組、213bと215bの組には $\Phi H1$ 、 $\Phi H2$ のクロックパルスがそれぞれ印加されるように配線されることにより、第1の実施形態の固体撮像装置が製造される。

【 0 0 7 2 】

次に、この固体撮像装置の製造方法により達成される効果について、図10、図11および図12を用いて説明する。この製造方法では、第2の実施形態の製造方法と同様に、垂直転送チャネル204形成のための2回のイオン注入は、1回のフォトリジスト工程でパターニング除去されたイオン注入阻止膜235をマスクとして行われるため、1回目と2回目のN型不純物のイオン注入での注入領域の水平方向の位置ずれや幅広がりが起こらず、垂直転送チャネル204の形成される幅が安定する(図10、図11)。その結果、画素の微細化が進んでも、垂直電荷転送部の転送電荷量のバラツキや垂直電荷転送部から水平電荷転送部への信号電荷の転送不良を抑えることができるという効果を奏する。

【 0 0 7 3 】

さらに、第3の実施形態の固体撮像装置の製造方法では、垂直P型ウェル203と水平P型ウェル211が、それぞれ独立したフォトリジスト工程およびイオン注入工程で形成されるため、それぞれのP型ウェルを最適設計することができる(図11、図12)。例えば、垂直P型ウェル203はN⁺半導体基板202の浅い領域に高濃度で形成し、水平P型ウェル211はN⁺半導体基板202の深い領域に低濃度で形成することができ、これにより、垂直電荷転送部201での信号電荷量の増加やスミアの低減と、水平電荷転送部210での電荷転送効率の向上とを両立できるという効果も奏する。

【 0 0 7 4 】

(第 4 の実施形態)

次に、上記第 1 の実施形態にかかる固体撮像装置の製造方法の第 3 例について説明する。図 1 5、図 1 6、図 1 7、図 1 8 は、上記固体撮像装置の製造方法を説明するための図であり、図 (a) は図 2 (a) の A - A' 断面に相当する部分を示しており、図 (b) は図 2 (a) の B - B' 断面に相当する部分を示している。

【 0 0 7 5 】

まず、図 1 5 (a)、(b) に示すように、N⁺⁺型半導体基板 3 0 2 の表面上に酸化膜などの保護膜 3 2 6 を形成し、この保護膜 3 2 6 の表面上に第 1 のフォトリソグ膜 3 3 4 を形成する。続いて、第 1 のフォトリソグ膜 3 3 4 を、素子分離領域となる領域上には残存し、垂直転送チャネルおよび水平転送チャネルが形成される領域上から除去されるようにパターニング除去する。その後、N⁺⁺型半導体基板 3 0 2 の表層部にボロンなどの P 型不純物をイオン注入して P 型領域 3 2 4 を形成し、P 型領域 3 2 4 の表層部にリンやヒ素などの N 型不純物をイオン注入して N 型領域 3 2 5 を形成する。

【 0 0 7 6 】

続いて、第 1 のフォトリソグ膜 3 3 4 を全面除去し、保護膜 3 2 6 の表面上に第 2 のフォトリソグ膜 3 2 8 を形成する。図 1 6 (a)、(b) に示すように、第 2 のフォトリソグ膜 3 2 8 を、素子分離領域および垂直チャネル領域となる領域上には残存し、水平転送チャネルが形成される領域から除去されるようにパターニング除去する。残された第 2 のフォトリソグ膜 3 2 8 をマスクとして、P 型領域 3 2 4 とほぼ同じ深さにリンやヒ素などの N 型不純物をイオン注入して打ち返すことにより低濃度の水平 P 型ウェル 3 1 1 を形成し、N 型領域 3 2 5 とほぼ同じ深さにボロンなどの P 型不純物をイオン注入して打ち返すことにより低濃度の水平転送チャネル 3 1 2 を形成する。ここで、水平 P 型ウェル 3 1 1 および水平転送チャネル 3 1 2 が形成されていない P 型領域 3 2 4 および N 型領域 3 2 5 は、垂直 P 型ウェル 3 0 3 および垂直転送チャネル 3 0 4 となる。

【 0 0 7 7 】

このとき、垂直転送チャネルと水平転送チャネルの境界（垂直転送チャネルの水平電荷転送部側の端部 3 2 1）、および、垂直 P 型ウェルと水平 P 型ウェルとの境界（垂直 P 型ウェルの水平電荷転送部側の端部 3 3 7）の位置と、 P^+ 型素子分離領域 3 0 5 となる領域の水平電荷転送部側の端部（図 1 7（b）の 3 1 6 に相当する。）の位置とのずれが、 $1.5\mu\text{m}$ 以内となるように調整される。

【 0 0 7 8 】

続いて、第 2 のフォトリソ膜 3 2 8 を全面除去した後、図 1 7（a）、（b）に示すように、 N^+ 型半導体基板 3 0 2 の表層部の垂直転送チャネルおよび水平転送チャネル以外の領域にボロンなどの P 型不純物をイオン注入して、素子分離領域 3 0 5 を形成する。保護膜 3 2 6 を全面除去した後、表面上にゲート絶縁膜 3 0 6 を形成し、さらにゲート絶縁膜 3 0 6 上に第 1 層目の転送電極 3 0 7、3 0 8、3 1 3 a、3 1 3 b を形成し、表面上に第 3 のフォトリソ膜 3 2 9 を形成し、これを、最終垂直転送電極 3 0 8 上に端部を持つように、水平転送チャネル側の領域から除去した後、ボロンなどの P 型不純物をイオン注入して N^+ 型の電位障壁領域 3 1 4 を形成する。

【 0 0 7 9 】

続いて、第 3 のフォトリソ膜 3 2 9 を全面除去した後、図 1 8（a）、（b）に示すように、第 1 層目の転送電極 3 0 7、3 0 8、3 1 3 a、3 1 3 b の周囲に層間絶縁膜 3 2 7 を形成し、第 2 層目の転送電極 3 0 9 a、3 0 9 b、3 1 5 a、3 1 5 b を形成する。垂直転送電極 3 0 9 a、3 0 7、3 0 9 b、3 0 8 には $\Phi V 1$ 、 $\Phi V 2$ 、 $\Phi V 3$ 、 $\Phi V 4$ のクロックパルスがそれぞれ印加されるようにアルミやタングステンなどの金属膜により配線され、水平転送電極 3 1 3 a と 3 1 5 a の組、3 1 3 b と 3 1 5 b の組には $\Phi H 1$ 、 $\Phi H 2$ のクロックパルスがそれぞれ印加されるように配線されることにより、第 1 の実施形態の固体撮像装置が製造される。

【 0 0 8 0 】

次に、この固体撮像装置の製造方法により達成される効果について、図 1 5 を用いて説明する。この製造方法では、垂直転送チャネル 3 0 4 および垂直 P 型ウェル 3 0 3 は、先述したように、パターニング除去された第 1 のフォトリソ

膜 3 3 4 をマスクとして N 型不純物および P 型不純物をそれぞれ 1 回だけイオン注入することにより形成されるため [図 1 5 (a)、(b)]、従来の製造方法のように、垂直転送チャネルおよび垂直 P 型ウェルを形成する際の 1 回目と 2 回目のイオン注入で注入領域の水平方向の位置ズレや幅広がりが起こらず、垂直転送チャネル 3 0 4 および垂直 P 型ウェル 3 0 3 の形成される領域幅が安定する。その結果、画素の微細化が進んでも、垂直電荷転送部の転送電荷量のバラツキや垂直電荷転送部から水平電荷転送部への信号電荷の転送不良を抑えることができるという効果を奏する。

【 0 0 8 1 】

さらに、第 4 の実施形態の固体撮像装置の製造方法では、第 2 および第 3 の実施形態の製造方法と異なり、イオン注入阻止膜を形成する必要がないため、プロセス工程の短縮が可能である。また、イオン注入阻止膜をパターニング除去することによるエッチングダメージや、残膜バラツキによるイオン注入量の変動も抑制され、低暗電流かつ転送電荷量バラツキの少ない固体撮像装置を実現できるという効果も奏する。

【 0 0 8 2 】

なお、上記第 1 ～第 4 の実施形態においては、垂直 P 型ウェルと水平 P 型ウェルの P 型不純物濃度が異なる場合について例示したが、両 P 型ウェルが同一の不純物濃度で形成されていても良い。

【 0 0 8 3 】

また、水平転送チャネルが垂直転送チャネルとほぼ同じ深さで形成されている場合について例示したが、水平転送チャネルが垂直転送チャネルよりも深く形成される場合にも適用できる。

【 0 0 8 4 】

また、垂直電荷転送部と水平電荷転送部との接続部において、最終垂直電荷転送電極と第 1 の水平転送電極との間隙に相当する領域に、電位障壁領域が形成されている場合について例示したが、この電位障壁領域が形成されていない場合にも適用できる。

【 0 0 8 5 】

さらに、垂直電荷転送部および水平電荷転送部が2層構造の転送電極を有する場合を例示したが、本発明はこれに限定されるものではなく、例えば、転送電極が単層構造であっても、あるいは3層以上の積層構造を有していても良い。

【0086】

また、インターライン転送型で、かつ垂直電荷転送部の一端に電氣的に結合された水平電荷転送部を有する固体撮像装置について説明したが、本発明はこれに限定されるものではなく、例えば、フレーム転送型など他の形式の固体撮像装置に対しても、あるいは垂直電荷転送部の両端に電氣的に結合された水平電荷転送部とを有する固体撮像装置について同様に適用することができる。

【0087】

【発明の効果】

以上説明したように、本発明の固体撮像装置によれば、垂直電荷転送部の転送電荷量を増加させるために、垂直転送チャンネルと水平転送チャンネルのN型不純物の濃度差を大きくしたり、水平電荷転送部の低電圧駆動化を進めた場合であっても、信号電荷を水平電荷転送部に短時間でスムーズに転送することができる。そのため、良好な表示特性を確保しながら、さらなる画素の微細化、垂直電荷転送部の高速駆動化および水平電荷転送部の低電圧駆動化が可能になるという効果を奏する。

【図面の簡単な説明】

【図1】 第1の実施形態にかかる固体撮像装置の一例を示す模式図である。

【図2】 第1の実施形態にかかる固体撮像装置の垂直電荷転送部と水平電荷転送部との接続部付近の構造の一例を示す模式図であり、図2（a）は平面図、図2（b）は図2（a）のA-A'断面図である。

【図3】 第1の実施形態の固体撮像装置の垂直電荷転送部から水平電荷転送部への電荷転送時のポテンシャル分布を示す図である。

【図4】 本発明の第1の実施形態の固体撮像装置を駆動させた時の垂直電荷転送部から水平電荷転送部にかけてのチャンネル電位分布の模式図である。

【図5】 垂直転送チャンネルの端部の位置を素子分離領域の端部に対してシフトさせたときに、垂直電荷転送部と水平電荷転送部との間で発生する電位障壁お

よび電位窪みの大きさを解析した結果を示す図である。

【図 6】 第 1 の実施形態にかかる固体撮像装置の製造方法の第 1 例を説明するための図であり、図 6 (a) は図 2 (a) の A - A' 断面に相当する部分を、図 6 (b) は図 2 (a) の B - B' 断面に相当する部分を示す。

【図 7】 第 1 の実施形態にかかる固体撮像装置の製造方法の第 1 例を説明するための図であり、図 7 (a) は図 2 (a) の A - A' 断面に相当する部分を、図 7 (b) は図 2 (a) の B - B' 断面に相当する部分を示す。

【図 8】 第 1 の実施形態にかかる固体撮像装置の製造方法の第 1 例を説明するための図であり、図 8 (a) は図 2 (a) の A - A' 断面に相当する部分を、図 8 (b) は図 2 (a) の B - B' 断面に相当する部分を示す。

【図 9】 第 1 の実施形態にかかる固体撮像装置の製造方法の第 1 例を説明するための図であり、図 9 (a) は図 2 (a) の A - A' 断面に相当する部分を、図 9 (b) は図 2 (a) の B - B' 断面に相当する部分を示す。

【図 1 0】 第 1 の実施形態にかかる固体撮像装置の製造方法の第 2 例を説明するための図であり、図 1 0 (a) は図 2 (a) の A - A' 断面に相当する部分を示し、図 1 0 (b) は図 2 (a) の B - B' 断面に相当する部分を示す。

【図 1 1】 第 1 の実施形態にかかる固体撮像装置の製造方法の第 2 例を説明するための図であり、図 1 1 (a) は図 2 (a) の A - A' 断面に相当する部分を示し、図 1 1 (b) は図 2 (a) の B - B' 断面に相当する部分を示す。

【図 1 2】 第 1 の実施形態にかかる固体撮像装置の製造方法の第 2 例を説明するための図であり、図 1 2 (a) は図 2 (a) の A - A' 断面に相当する部分を示し、図 1 2 (b) は図 2 (a) の B - B' 断面に相当する部分を示す。

【図 1 3】 第 1 の実施形態にかかる固体撮像装置の製造方法の第 2 例を説明するための図であり、図 1 3 (a) は図 2 (a) の A - A' 断面に相当する部分を示し、図 1 3 (b) は図 2 (a) の B - B' 断面に相当する部分を示す。

【図 1 4】 第 1 の実施形態にかかる固体撮像装置の製造方法の第 2 例を説明するための図であり、図 1 4 (a) は図 2 (a) の A - A' 断面に相当する部分を示し、図 1 4 (b) は図 2 (a) の B - B' 断面に相当する部分を示す。

【図 1 5】 第 1 の実施形態にかかる固体撮像装置の製造方法の第 3 例を説明

するための図であり、図 1 5 (a) は図 2 (a) の A - A' 断面に相当する部分を示しており、図 1 5 (b) は図 2 (a) の B - B' 断面に相当する部分を示している。

【図 1 6】 第 1 の実施形態にかかる固体撮像装置の製造方法の第 3 例を説明するための図であり、図 1 6 (a) は図 2 (a) の A - A' 断面に相当する部分を示しており、図 1 6 (b) は図 2 (a) の B - B' 断面に相当する部分を示している。

【図 1 7】 第 1 の実施形態にかかる固体撮像装置の製造方法の第 3 例を説明するための図であり、図 1 7 (a) は図 2 (a) の A - A' 断面に相当する部分を示しており、図 1 7 (b) は図 2 (a) の B - B' 断面に相当する部分を示している。

【図 1 8】 第 1 の実施形態にかかる固体撮像装置の製造方法の第 3 例を説明するための図であり、図 1 8 (a) は図 2 (a) の A - A' 断面に相当する部分を示しており、図 1 8 (b) は図 2 (a) の B - B' 断面に相当する部分を示している。

【図 1 9】 従来の固体撮像装置における垂直電荷転送部と水平電荷転送部との接続部付近の構造を示す模式図であり、図 1 9 (a) は平面図、図 1 9 (b) は図 1 9 (a) の A - A' 断面図である。

【図 2 0】 従来の固体撮像装置の垂直電荷転送部から水平電荷転送部への電荷転送時のポテンシャル分布を示す図である。

【図 2 1】 垂直電荷転送部および水平電荷転送部の各電極に印加されるクロックパルスの一例である。

【図 2 2】 従来の固体撮像装置の製造方法を説明するための図であり、図 2 2 (a) は図 1 9 (a) の A - A' 断面に相当する部分を示しており、図 2 2 (b) は図 1 9 (a) の B - B' 断面に相当する部分を示している。

【図 2 3】 従来の固体撮像装置の製造方法を説明するための図であり、図 2 3 (a) は図 1 9 (a) の A - A' 断面に相当する部分を示しており、図 2 3 (b) は図 1 9 (a) の B - B' 断面に相当する部分を示している。

【図 2 4】 従来の固体撮像装置の製造方法を説明するための図であり、図 2

4 (a) は図 1 9 (a) の A - A' 断面に相当する部分を示しており、図 2 4 (b) は図 1 9 (a) の B - B' 断面に相当する部分を示している。

【図 2 5】 従来の固体撮像装置の製造方法を説明するための図であり、図 2 5 (a) は図 1 9 (a) の A - A' 断面に相当する部分を示しており、図 2 5 (b) は図 1 9 (a) の B - B' 断面に相当する部分を示している。

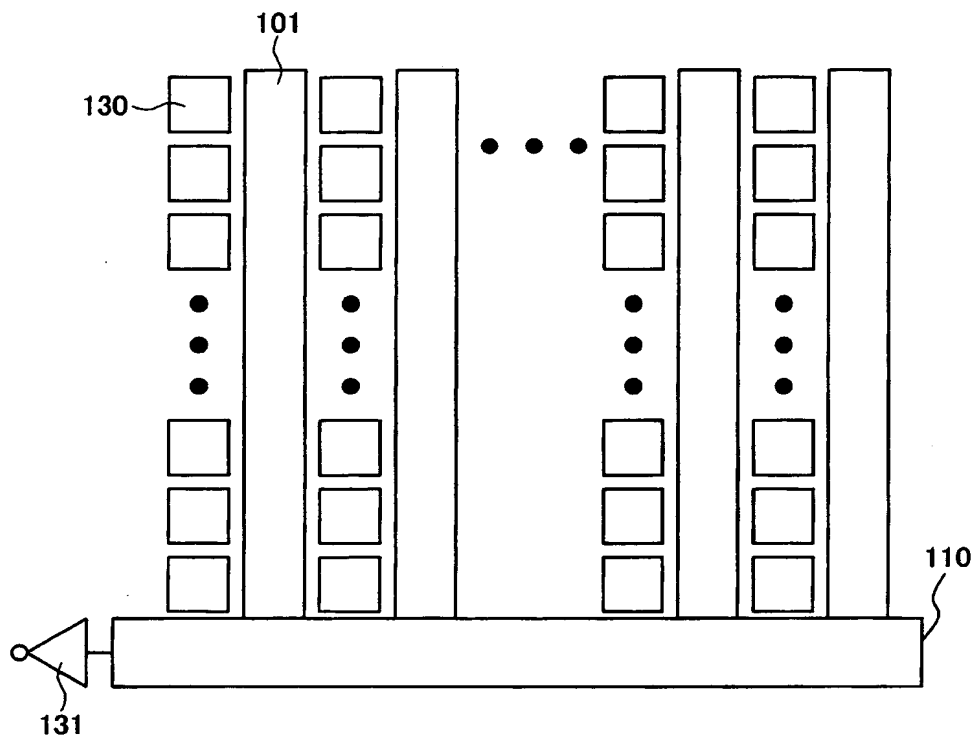
【符号の説明】

1 0 1, 2 0 1, 3 0 1, 5 0 1	垂直電荷転送部
1 0 2, 2 0 2, 3 0 2, 5 0 2	N ⁺⁺ 型半導体基板
1 0 3, 2 0 3, 3 0 3, 5 0 3	垂直 P 型ウェル
1 0 4, 2 0 4, 3 0 4, 5 0 4	垂直転送チャネル
1 0 5, 2 0 5, 3 0 5, 5 0 5	素子分離領域
1 0 6, 2 0 6, 3 0 6, 5 0 6	絶縁膜
1 0 7, 2 0 7, 3 0 7, 5 0 7	垂直転送電極
1 0 8, 2 0 8, 3 0 8, 5 0 8	最終垂直転送電極
1 0 9 a, 2 0 9 a, 3 0 9 a, 5 0 9 a	垂直転送電極
1 0 9 b, 2 0 9 b, 3 0 9 b, 5 0 9 b	垂直転送電極
1 1 0, 2 1 0, 3 1 0, 5 1 0	水平電荷転送部
1 1 1, 2 1 1, 3 1 1, 5 1 1	水平 P 型ウェル
1 1 2, 2 1 2, 3 1 2, 5 1 2	水平転送チャネル
1 1 3 a, 2 1 3 a, 3 1 3 a, 5 1 3 a	第 1 の水平転送電極
1 1 3 b, 2 1 3 b, 3 1 3 b, 5 1 3 b	第 1 の水平転送電極
1 1 4, 2 1 4, 3 1 4, 5 1 4	電位障壁領域
1 1 5 a, 2 1 5 a, 3 1 5 a, 5 1 5 a	第 2 の水平転送電極
1 1 5 b, 2 1 5 b, 3 1 5 b, 5 1 5 b	第 2 の水平転送電極
1 1 6, 2 1 6, 3 1 6, 5 1 6	素子分離領域の端部
1 1 7, 2 1 7, 3 1 7, 5 1 7	信号電荷
1 1 7 a, 2 1 7 a, 3 1 7 a, 5 1 7 a	残された信号電荷
1 1 7 b, 2 1 7 b, 3 1 7 b, 5 1 7 b	残された信号電荷
1 1 8, 2 1 8, 3 1 8, 5 1 8	次の信号電荷

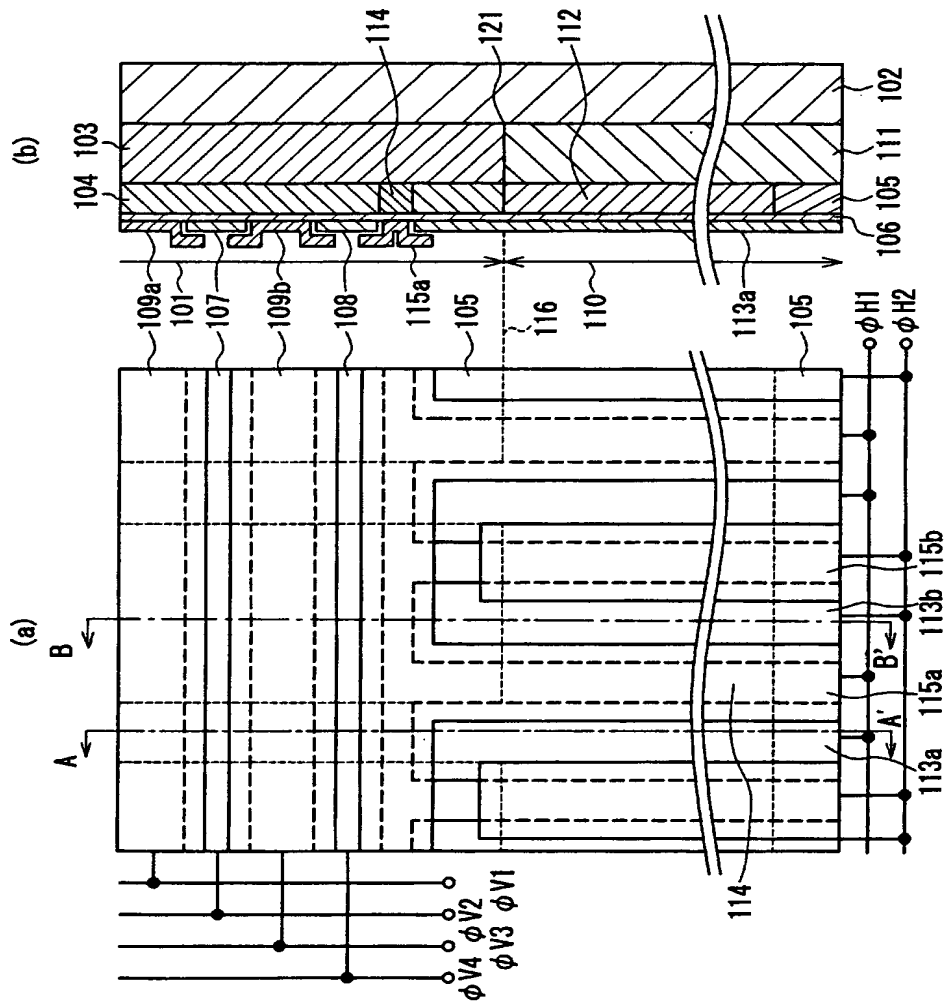
1 1 9, 2 1 9, 3 1 9, 5 1 9	電位障壁
1 2 0, 2 2 0, 3 2 0, 5 2 0	電位障壁
1 2 1, 2 2 1, 3 2 1, 5 2 1	垂直転送チャネルの端部
1 2 2, 2 2 2, 3 2 2, 5 2 2	信号電荷の転送残り
1 2 3, 2 2 3, 3 2 3, 5 2 3	転送障壁
1 2 4, 2 2 4, 3 2 4, 5 2 4	P型領域
1 2 5, 2 2 5, 3 2 5, 5 2 5	N型領域
1 2 6, 2 2 6, 3 2 6, 5 2 6	保護膜
1 2 7, 2 2 7, 3 2 7, 5 2 7	層間絶縁膜
1 2 8, 2 2 8, 3 2 8, 5 2 8	第2のフォトレジスト膜
1 2 9, 2 2 9, 3 2 9, 5 2 9	第3のフォトレジスト膜
1 3 0	光電変換部
1 3 1	出力回路部
1 3 2, 2 3 2, 3 3 2, 5 3 2	転送方向の電位差
1 3 3, 2 3 3, 3 3 3, 5 3 3	チャネル電位の遷移領域
1 3 4, 2 3 4, 3 3 4, 5 3 4	第1のフォトレジスト膜
1 3 5, 2 3 5, 3 3 5, 5 3 5	イオン注入保護膜
1 3 6, 2 3 6, 3 3 6, 5 3 6	第4のフォトレジスト膜
1 3 7, 2 3 7, 3 3 7, 5 3 7	垂直P型ウェルの端部

【書類名】 図面

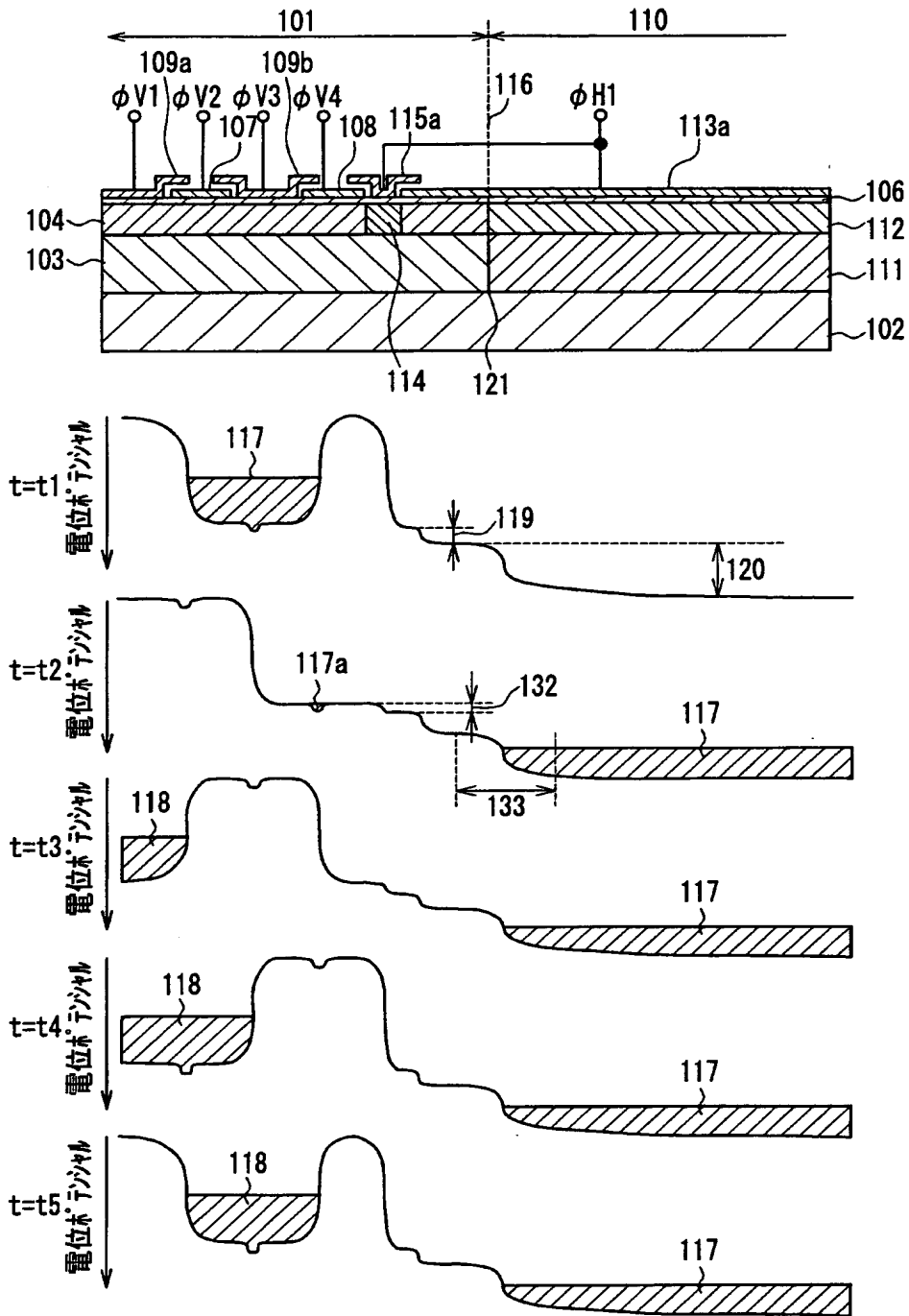
【図 1】



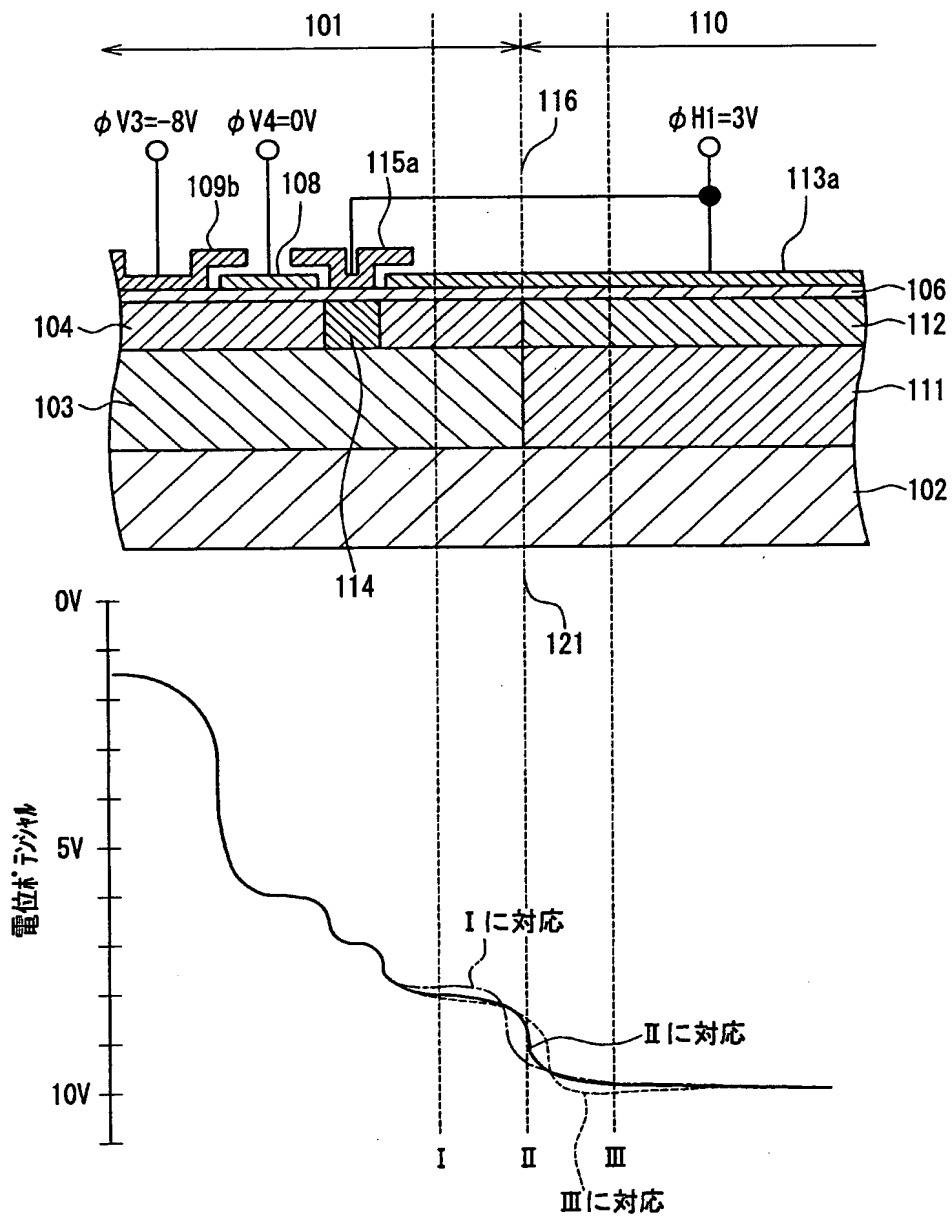
【図 2】



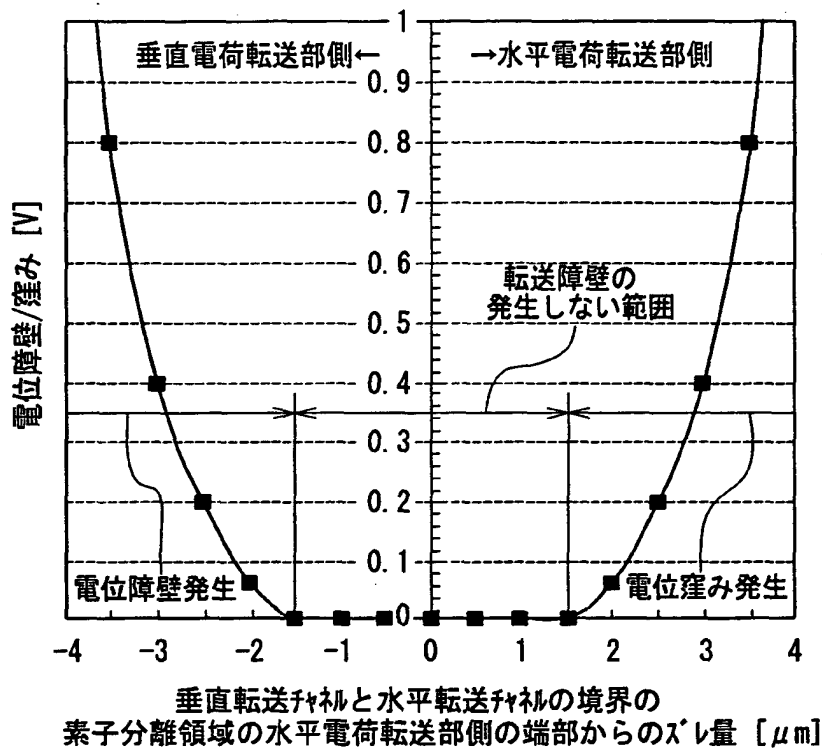
【図 3】



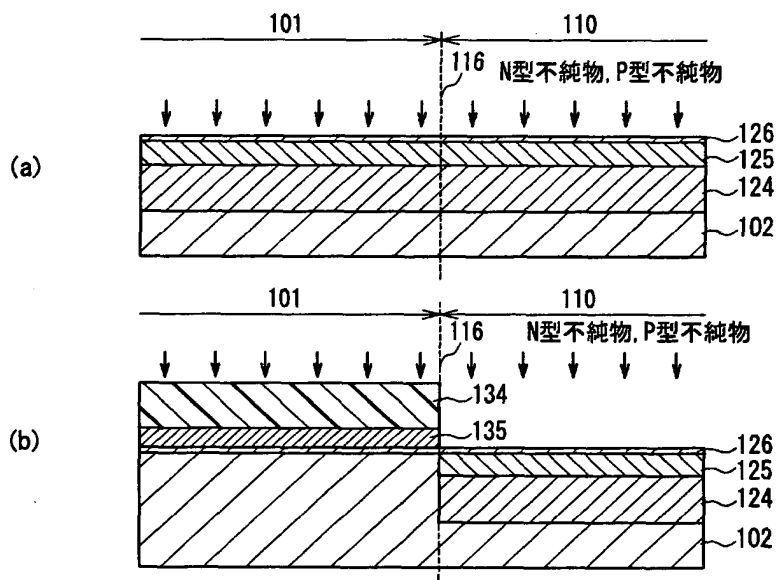
【図 4】



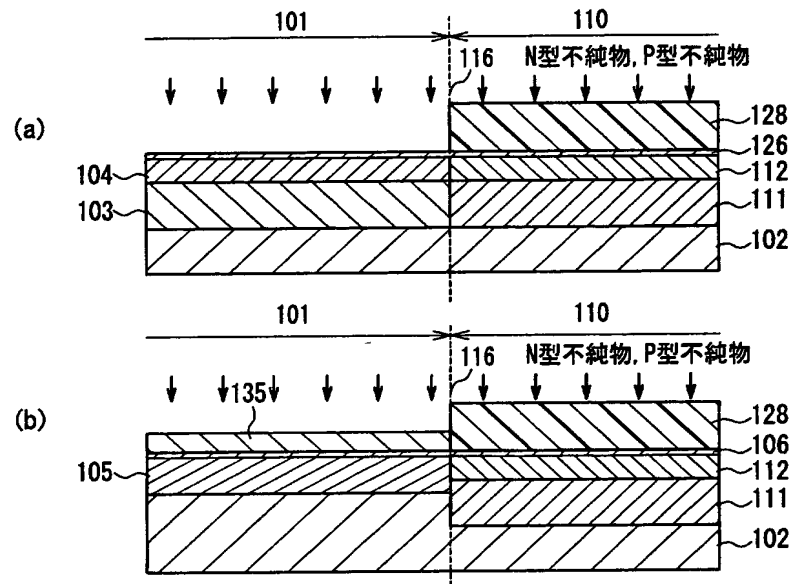
【図 5】



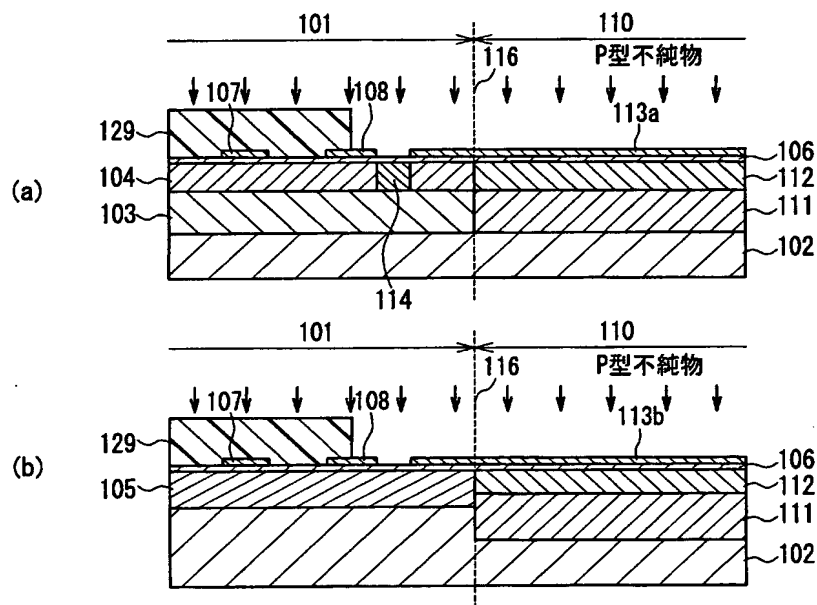
【図 6】



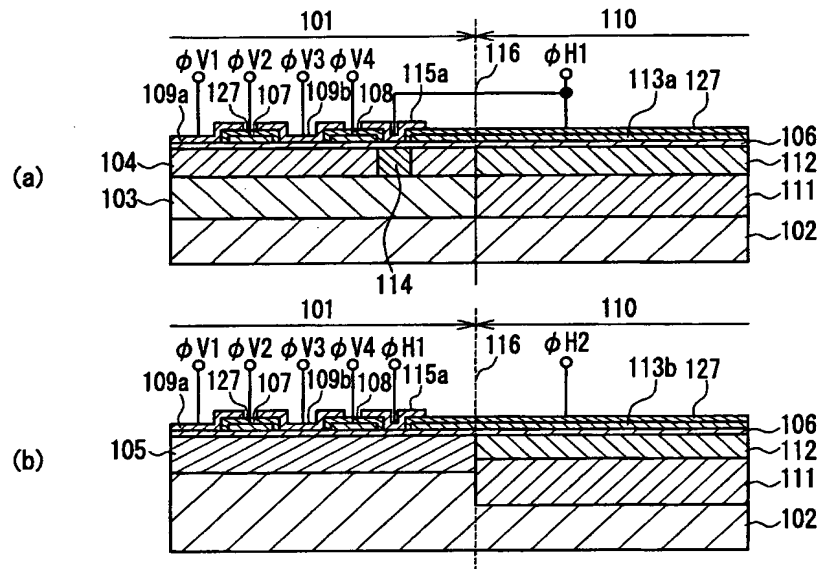
【図 7】



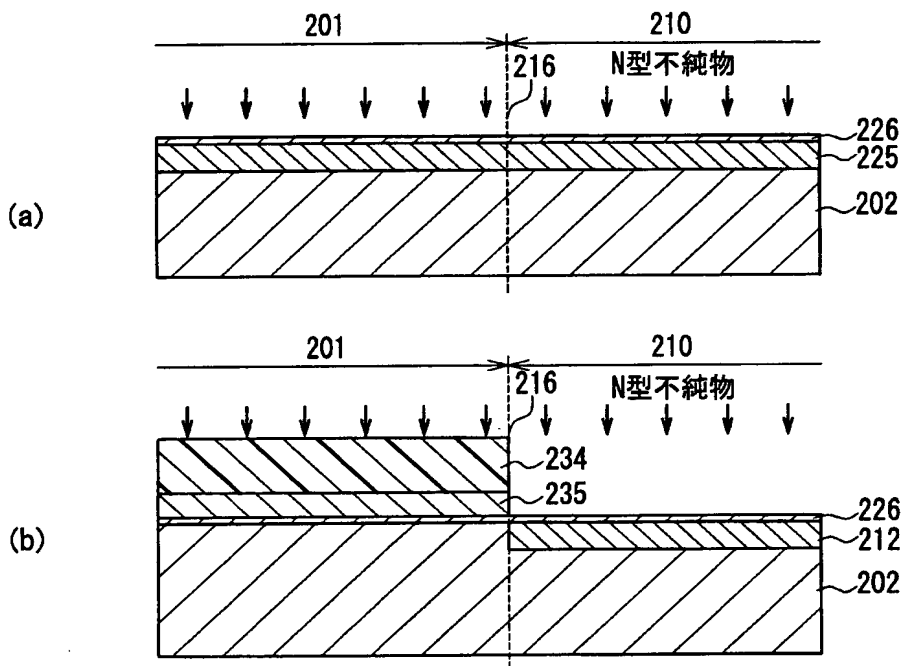
【図 8】



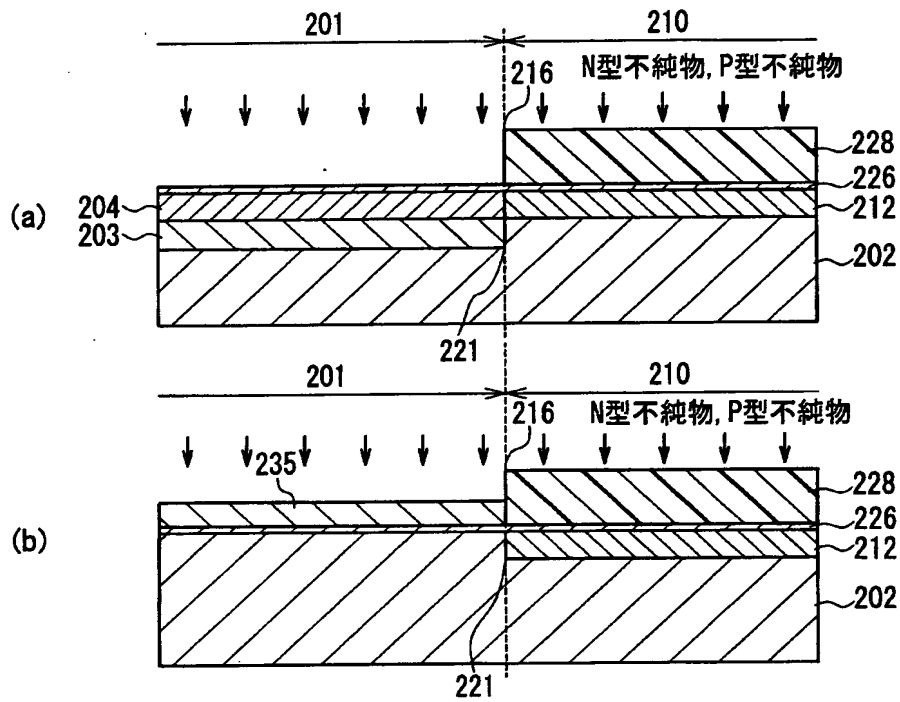
【図 9】



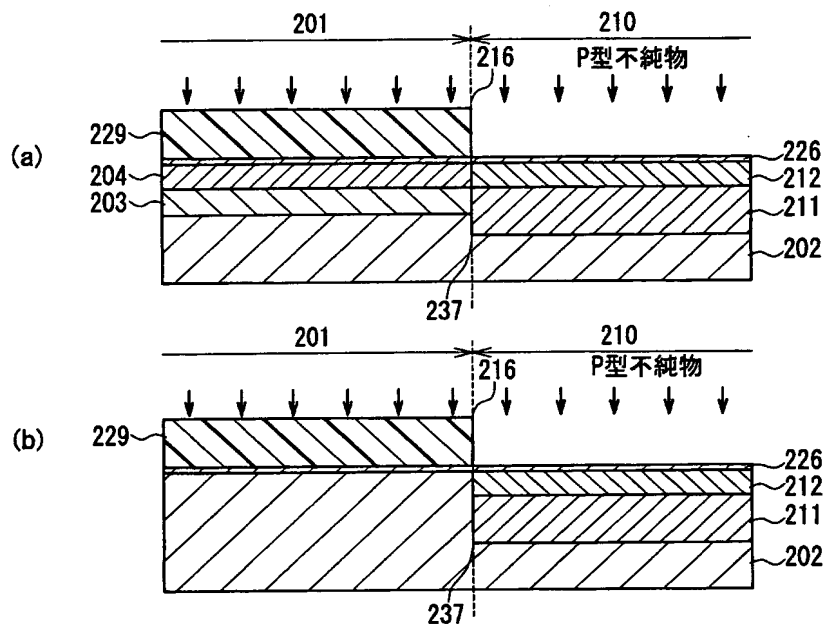
【図 1 0】



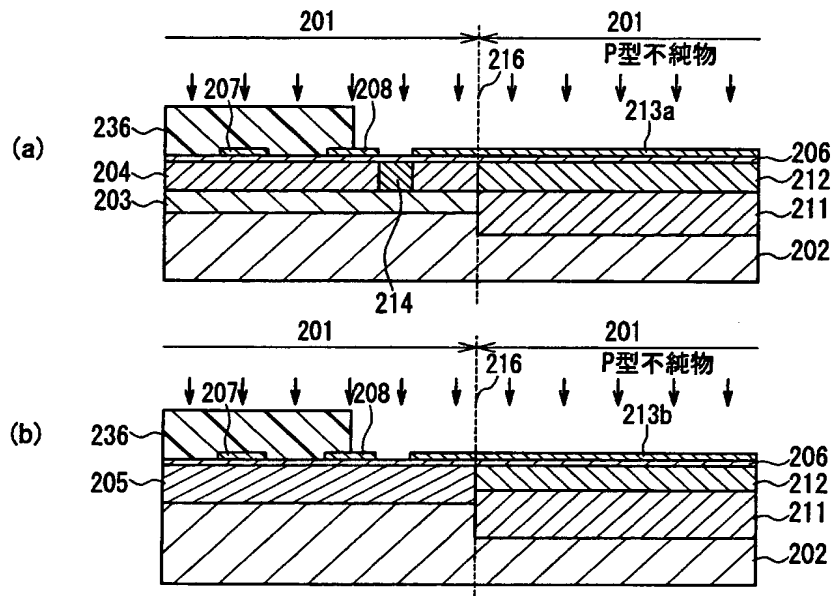
【図 1 1】



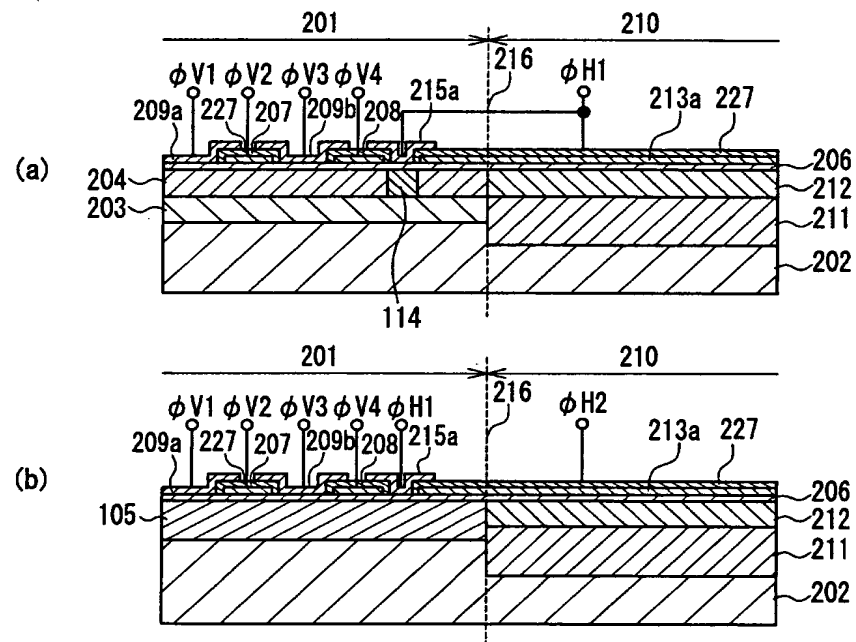
【図 1 2】



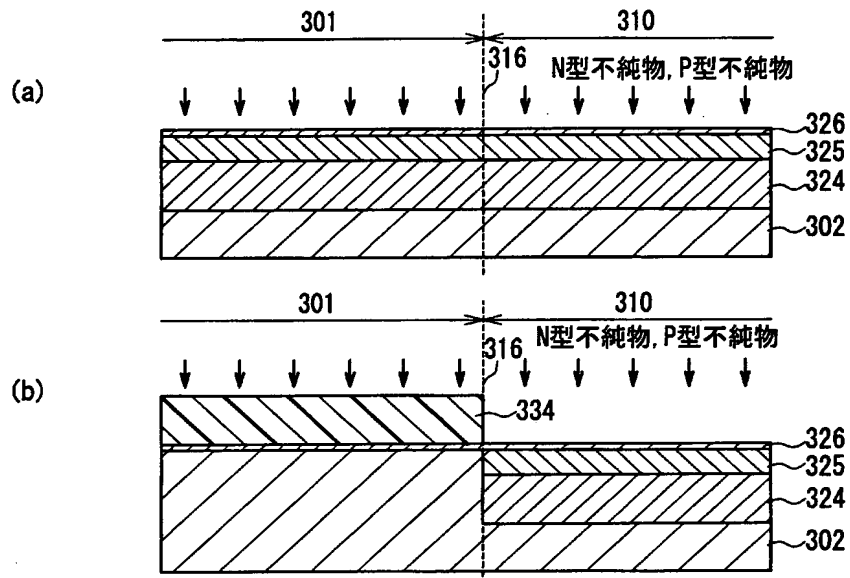
【図 1 3】



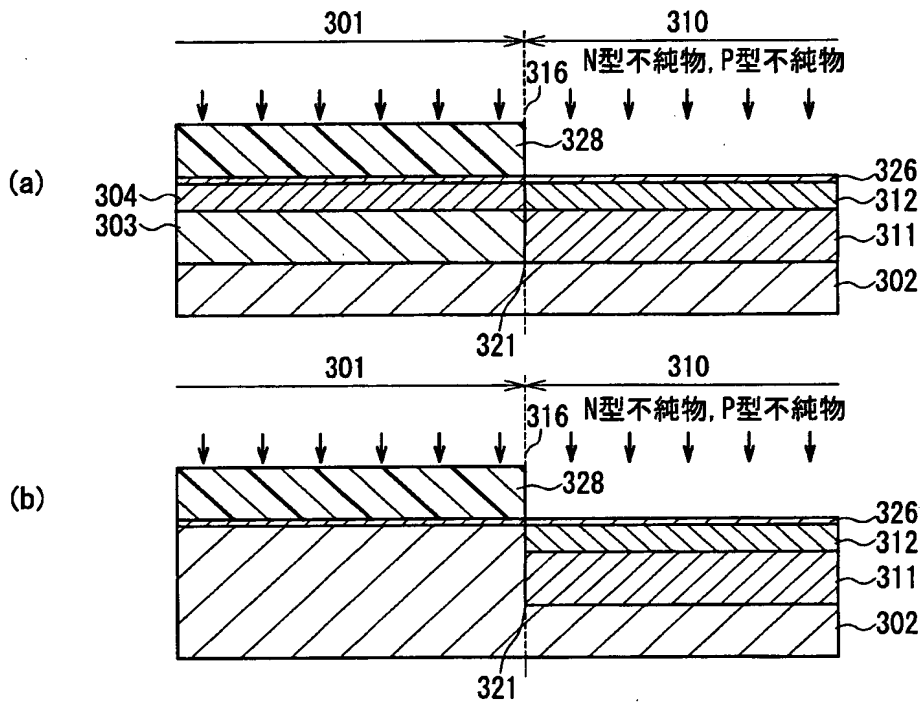
【図 1 4】



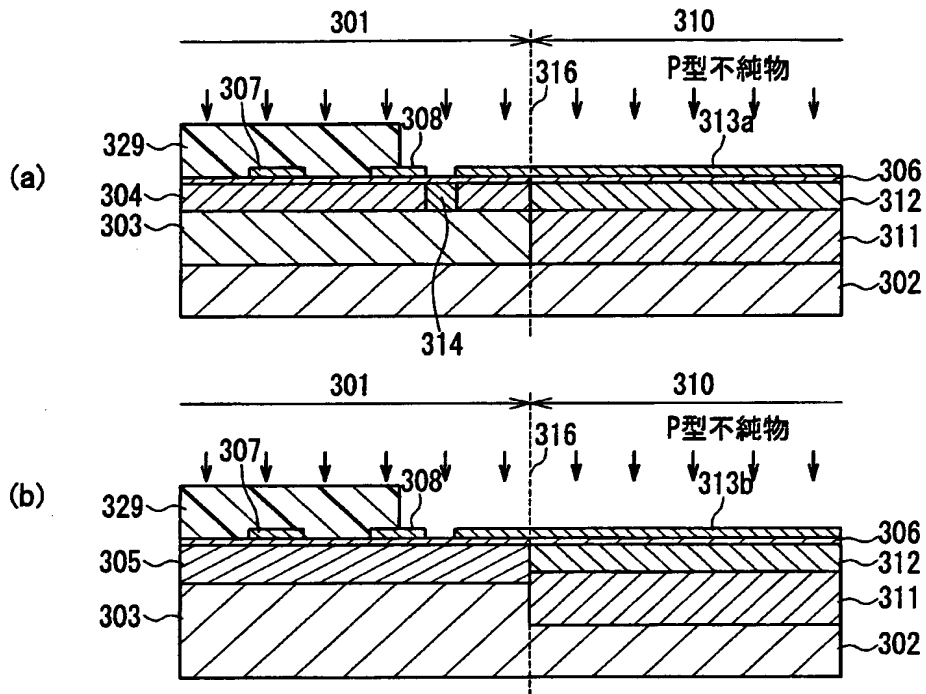
【図 1 5】



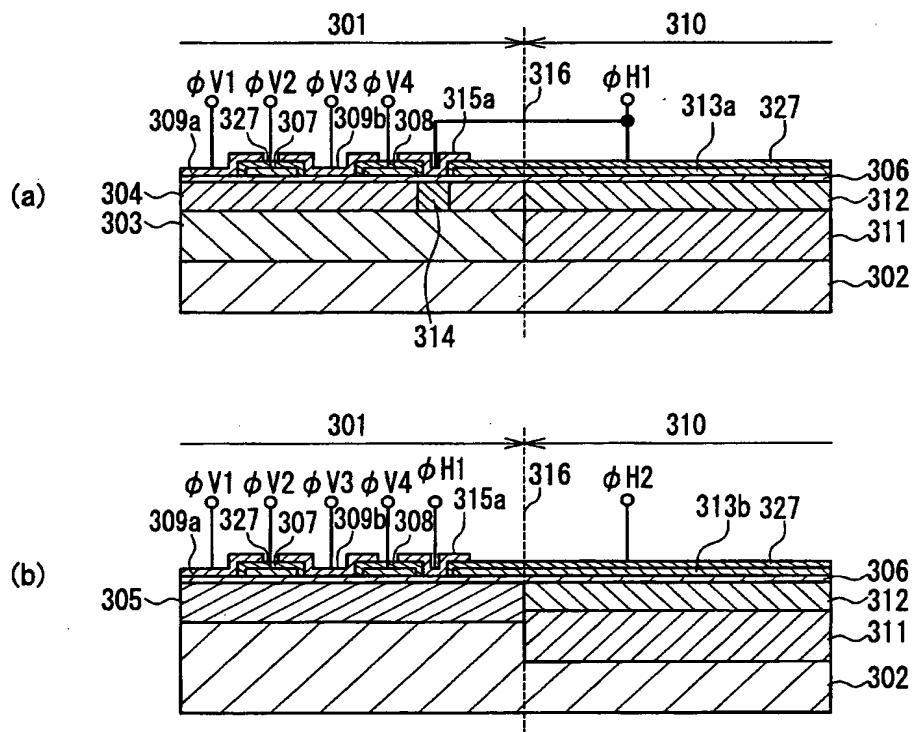
【図 1 6】



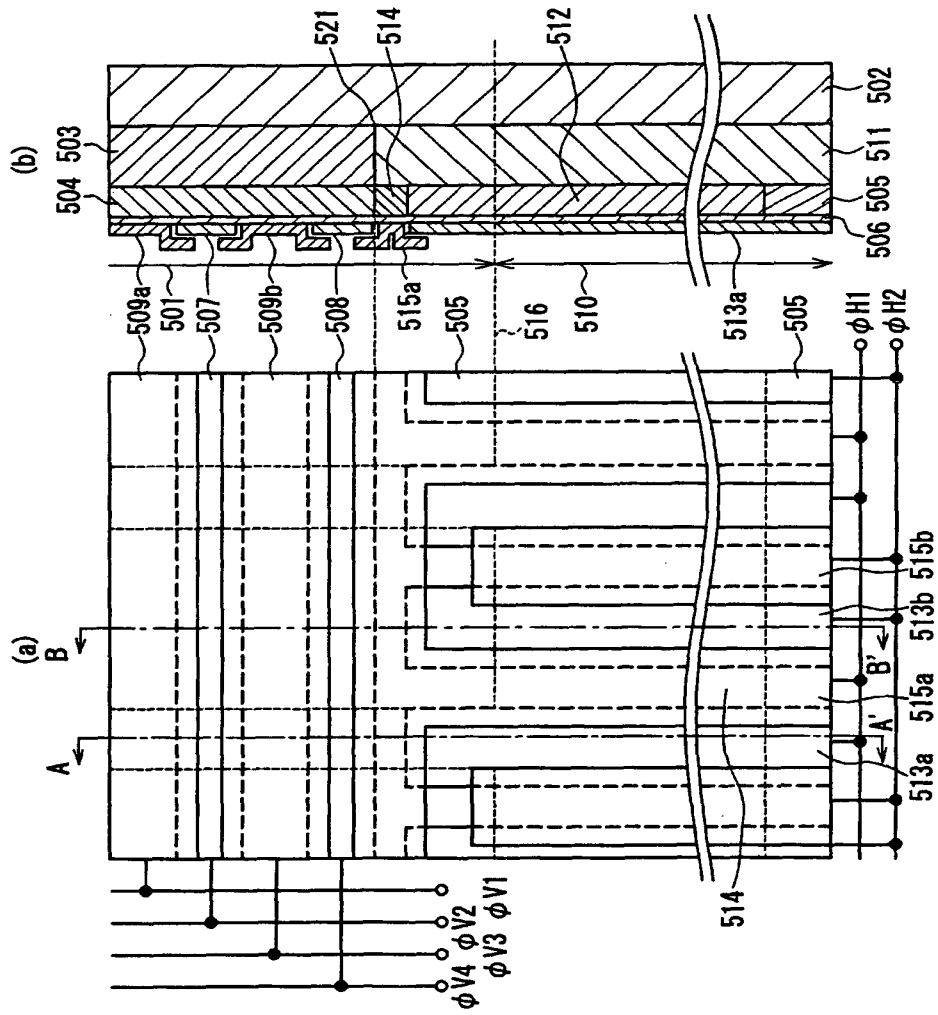
【図 1 7】



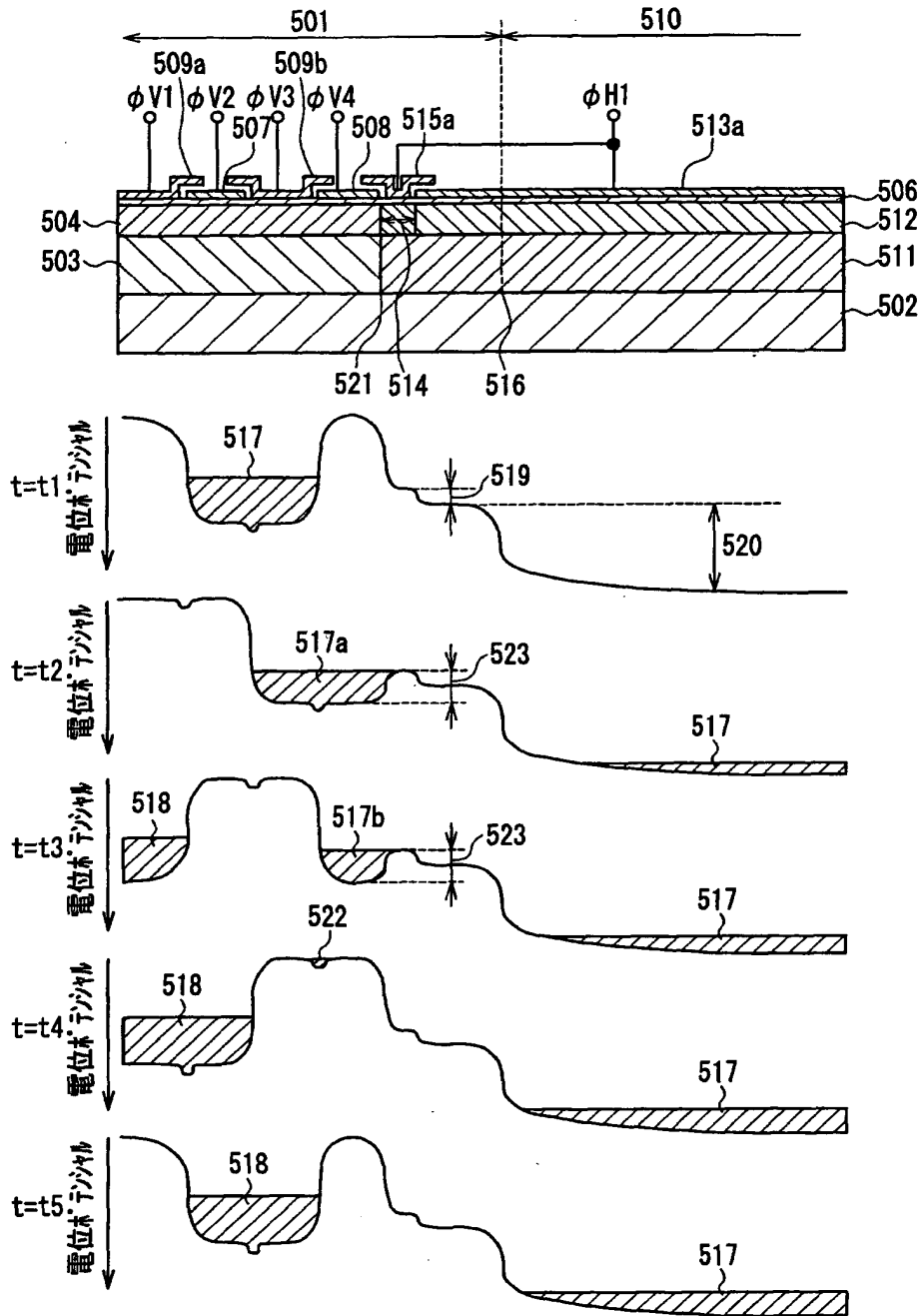
【図 1 8】



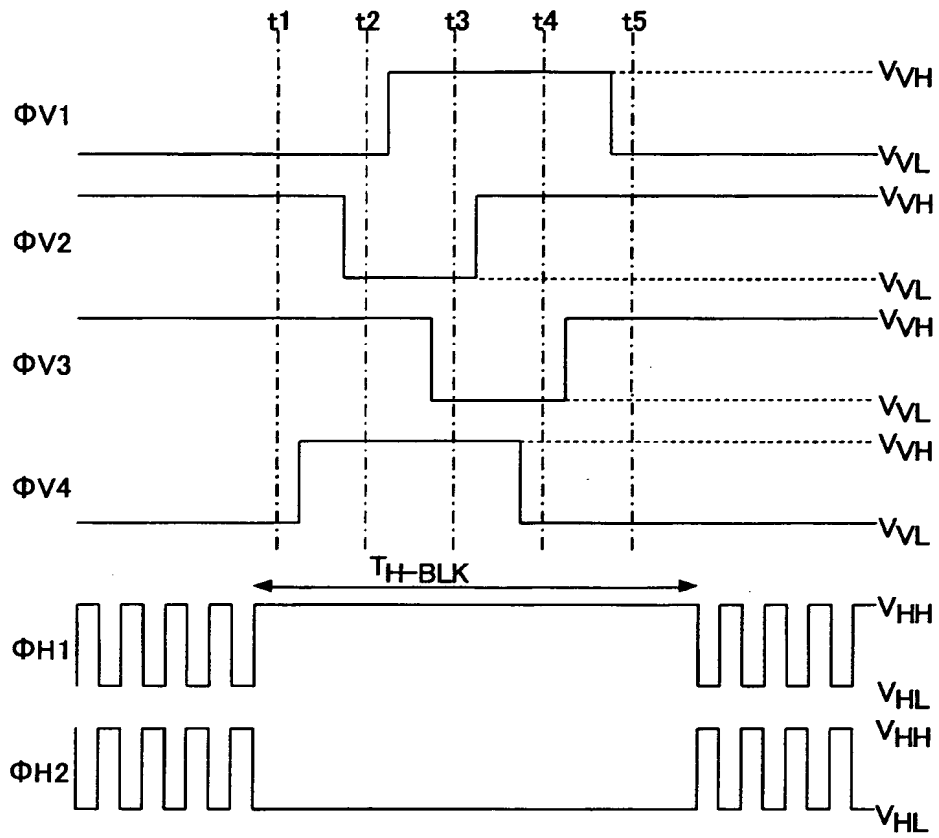
【図 19】



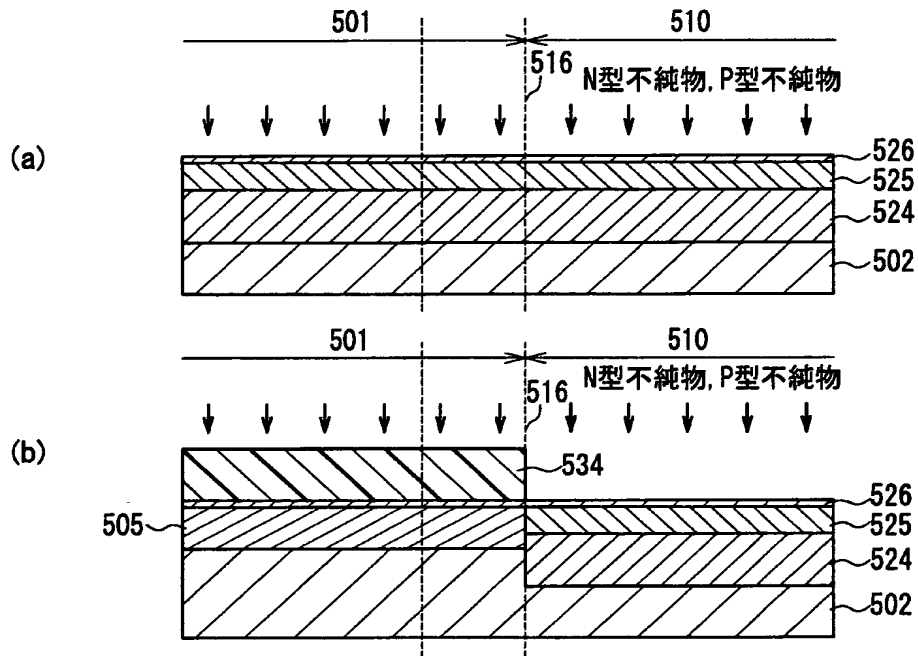
【図 20】



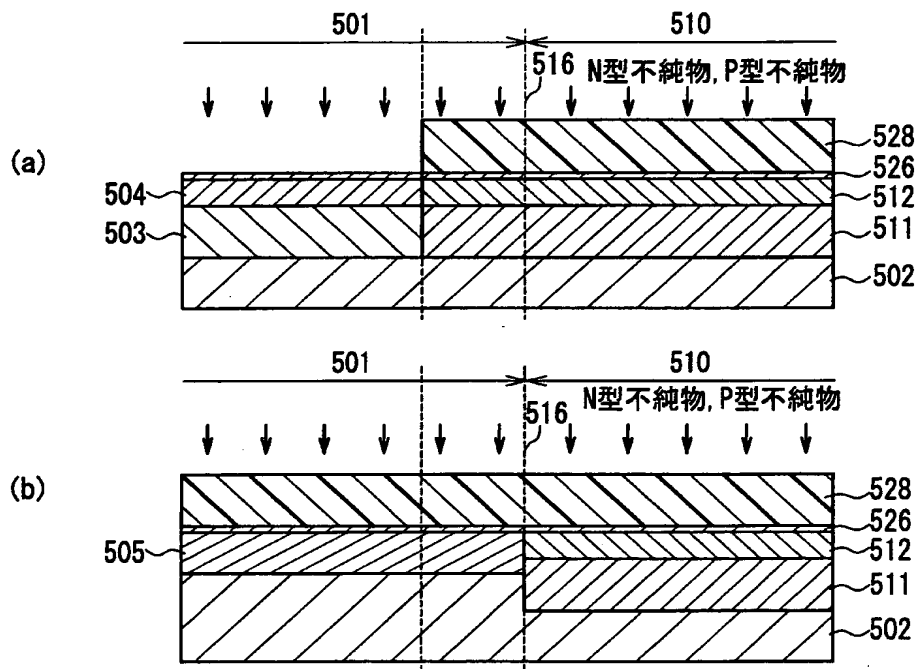
【図 2 1】



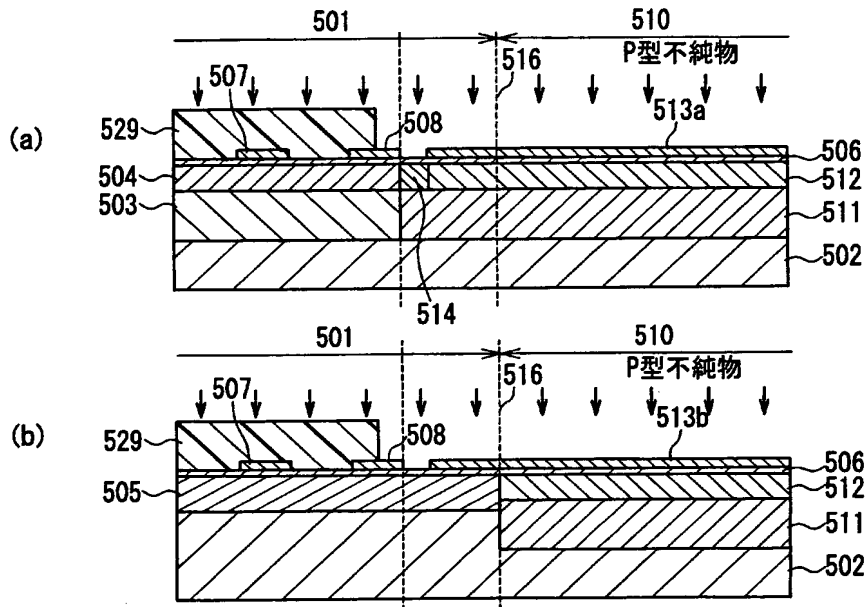
【図 2 2】



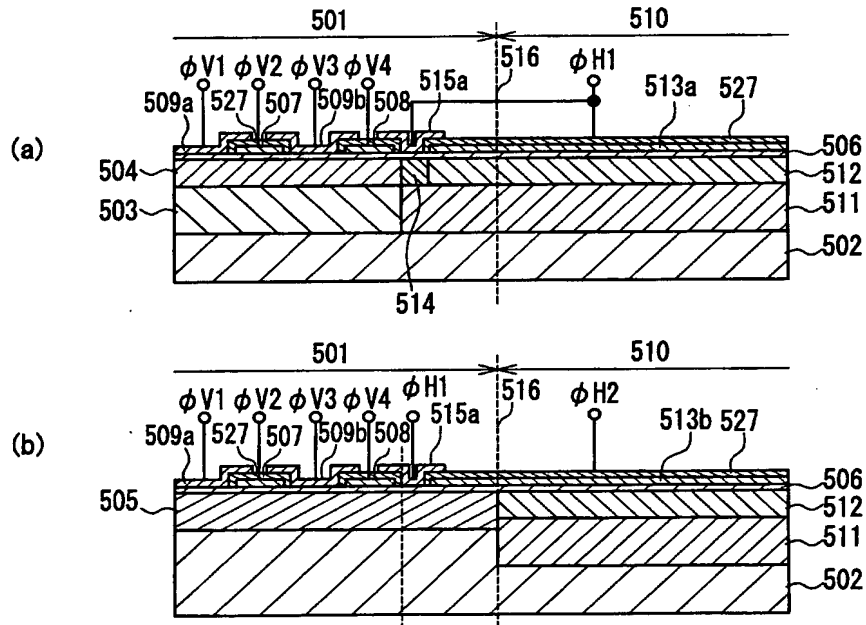
【図 2 3】



【図 2 4】



【図 2 5】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 垂直電荷転送部から水平電荷転送部へ信号電荷の転送残りを十分に低減することができる固体撮像装置およびその製造方法を提供する。

【解決手段】 複数の垂直電荷転送部と、前記垂直電荷転送部の少なくとも一端に接続された水平電荷転送部とを備えた固体撮像装置において、前記垂直電荷転送部を構成する第1導電型垂直転送チャンネル領域、第2導電型素子分離領域および第2導電型垂直ウェル領域を、前記垂直電荷転送部と水平電荷転送部との接続部にまで伸長させ、この伸長した領域の水平電荷転送部側の端部が、最終垂直転送電極の水平電荷転送部側の端部よりも水平電荷転送部側に位置し、且つ、第2導電型素子分離領域の水平電荷転送部側の端部から $1.5\mu\text{m}$ 以内に位置するように調整する。

【選択図】 図2

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号 [000005821]

1. 変更年月日	1990年 8月28日
[変更理由]	新規登録
住 所	大阪府門真市大字門真1006番地
氏 名	松下電器産業株式会社